

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر تهيئة الساحل
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du
Littoral



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur en
Sciences de la mer
Spécialité : Aquaculture

Thème :

Identification et sélection des zones
aquacoles dans la région de Boumerdès à
partir des images satellitaires.

Présenté par :

➤ KERRAMI Karim

Soutenu le 04/11/2014 devant le membre de jury suivant :

Mme BENTCHIKOU.L	ENSSMAL	Présidente
Mr MEZOUAR.K	ENSSMAL	Examinateur
Mlle MERDJANE.L	ENSSMAL	Examinatrice
Mr GUERFI.M	ENSSMAL	Promoteur
Mr BELHASNET.K	ENSSMAL	Co-Promoteur

Promotion 2013 / 2014

« Quand tu vas commencer à mesurer le fond de la mer, fait bien attention de ne pas trop te pencher, et de ne pas tomber par –dessus bord-, et là où ça sera trop profond, laisse un peu mesurer les autres »

Marcel Pagnol, Fanny (1931).

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu la présidente Mme BENTCHIKOU Latifa d'avoir accepté de présider le jury de cette soutenance.

Mr MEZOUAR Khoudir et Mlle MERDJANE.L de m' avoir honorés de leurs présences et d'avoir acceptés d'examiner ce travail.

Je m'adresse mes sincères remerciements à mon promoteur Mr GUERFI Mokhtar et Co promoteur Mr BELHASNEN Khaled pour avoir dirigé ce travail et pour l'aide scientifique et morale qu'il a su m'apporter tout au long de son élaboration.

Un grand merci, à Mr CHERJET Walid en deuxième année magister a (ENSSMAL), LAAMA Chahinez deuxième année doctorat a (USTHB), et M. Maatouk Y. ingénieur au laboratoire de chimie marine (ENSSMAL) à Dely Ibrahim, qui n'ont ménagé aucun effort pour m'assister durant la réalisation de ce travail, ainsi que pour leurs conseils et encouragements.

Mes remerciements vont aussi à Mr HASSANI Abdelbaki première année magistère en science politique, Mr BEN LOUCIF Bilal, Mr KELAI Elyes et BOCHLIF Daoud étudiants (ENSSMAL), pour leurs conseils et encouragements.

A l'ensemble du personnel de l'ENSSMAL, qui m'ont permis de réaliser cette étude dans les meilleures conditions et dans une bonne ambiance.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à mes parents qui m'ont accompagné tout au long de mon parcours, à leurs encouragements et leurs nobles sacrifices.

Que tous mes amis et ceux qui ont contribué de près ou de loin à ma réussite, puissent trouver ici, toute ma reconnaissance et mes plus vifs remerciements.

KERRAMI Karim

À mes très chers parents.

À mes chères sœurs et mes frères.

À ma très chère fiancée.

À tous mes amis.

À tous ce qui m'ont soutenu.

Je dédie ce modeste travail.

Liste des acronymes

MODIS : est un capteur spectroradiomètre à balayage opto-mécanique.

SMOS : Soil Moisture and Ocean Salinity satellite.

SIG : Système d'information géographique.

SST : Surface sea temperature.

A.N.D.P. : Agence Nationale de Développement de la pêche.

D.P.R.H : Direction de la Pêche et de Ressource Halieutique.

Chl : chlorophylle.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydriques.

INCT : Institut Nationale de Cartographie et de télédétection.

MES : Matière En Suspension.

SSS : Surface Sea Salinity.

S : Salinité.

T : Température.

O : Oxygène.

m : mètre.

m² : mètre Carré.

Km : Kilomètre.

Km² : Kilomètre Carré.

Tab : Tableau.

Lng : longitude.

Lat : latitude.

ELOISE : (European Land-Ocean Interaction Studies).

LOICZ : (interaction terre -mer dans la zone côtière).

Liste des figures

Fig n° 1 : Les limites géographiques de la wilaya de Boumerdès.....	19
Fig n° 2 : La Carte hydrologique de la wilaya de Boumerdes.....	23
Fig n° 3 : Production de l'aquaculture reportée en Algérie (depuis 1980).....	25
Fig n° 4 : présentation des satellites.....	27
Fig n° 5 : Schéma expliquant le principe de la télédétection.....	28
Fig n° 6 : Image satellitaire de la chlorophylle de capture MODIS	29
Fig n° 7 : Concentration moyenne annuelle de chlorophylle (mg.m^{-3}) du bassin algérien calculé sur une période de 5 années (1997 à 2001).....	33
Fig n° 8 : Naissance, développement et disparition d'un mauvais bloom phytoplanctonique sur le littoral algérois.....	43
Fig n° 9 : La présentation de logiciel SeaDAS.....	44
Fig n° 10 : Logiciel McIDAS-V	45
Fig n° 11 : Répartition des différentes températures (image capturé par MODIS traité par SeaDAS).....	46
Fig n° 12 : Répartition des différentes concentrations de la chlorophylle (image capturé par MODIS traité par SeaDAS).	46
Fig n° 13 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2011) à Boumerdès.....	52
Fig n° 14 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2011) à Zemmouri.....	52
Fig n° 15 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2011) à Dellys....	53
Fig n° 16 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2011) à Bomberak.....	53
Fig n° 17 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2012) à Boumerdès.....	54

Liste des figures

Fig n° 18 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2012) à Zemmouri.....	54
Fig n° 19 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2012) à Dellys....	55
Fig n° 20 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2012) à Bomberak.....	55
Fig n° 21 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2013) à Boumerdès.....	56
Fig n° 22 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2013) à Zemmouri.....	56
Fig n° 23 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2013) à Dellys.....	57
Fig n°24 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2013) à Bomberak.....	57
Fig n°25 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2011) à Boumerdès...	58
Fig n°26 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2011) à Zemmouri....	58
Fig n°27 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2011) à Dellys.....	59
Fig n°28 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2011) à Bomberak....	59
Fig n°29 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2012) à Boumerdès...	60
Fig n°30 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2012) à Zemmouri....	60
Fig n°31 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2012) à Dellys.....	61
Fig n°32 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2012) à Bomberak....	61
Fig n°33 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2013) à Boumerdes....	62
Fig n°34 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2013) à Zemmouri.....	62
Fig n°35 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2013) à Dellys.....	63

Liste des figures

Fig n°36 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2013) à Bomberak....	63
Fig n°37 : Profil représentant la salinité dans 4 zones de la Wilaya de Boumerdès durant l'année 2013.....	65
Fig n°38 : Image représente Oued Sebaou au mois de Février 2014.....	67
Fig n°39 : Image de Google earth représente Oued Isser au mois de Février 2014.....	68
Fig n°40 : Carte Bathymétrique de la Wilaya de Boumerdès.....	68

ANNEXE

Fig n° 41 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2011) à Boumerdès

Fig n° 42 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2011) à Zemmori

Fig n° 43: Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2011) à Bomberak

Fig n°44 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2011) à Dellys

Fig n° 45 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2012) à Boumerdès

Fig n° 46 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2012) à Zemmouri

Fig n° 47 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2012) à Bomberak

Fig n° 48 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2012) à Dellys

Fig n° 49 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2013) à Boumerdès

Liste des figures

Fig n° 50 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2013) à Zemmouri

Fig n° 51 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2013) à Bomberak

Fig n° 52 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2013) à Dellys

Fig n° 53 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2011) à Boumerdès

Fig n° 54 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2011) à Zemmouri

Fig n° 55 : Représentation d'un profil de températures de la Surface de la Mer en fonction des mois (2011) à Bomberak

Fig n° 56 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2011) à Dellys

Fig n° 57 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2012) à Boumerdès

Fig n° 58 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2012) à Zemmouri

Fig n° 59 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2012) à Bomberak

Fig n° 60 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2012) à Dellys

Fig n° 61 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2013) à Boumerdès

Fig n° 63 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2013) à Zemmouri

Liste des figures

Fig n° 63 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2013) à Bomberak

Fig n° 64 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2013) à Dellys

Liste des tableaux

Tabl n° 1 : Localisation et capacité des barrages de Boumerdès.....	23
Tabl n° 2 : Critères de sélection de sites pour l'aquaculture.....	31
Tab n° 3 : Quelques spécifications techniques MODIS.....	41
Tabl n° 4 : Les Caractéristiques de satellite SMOS.....	44
Tabl n° 5 : Les valeurs de la Salinité des eaux des côtes de la Wilaya de Boumerdès (les quatre zones d'étude Boumerdès, Zemmouri, Bomberak et Dellys) de l'année 2013.....	64
Tabl n° 6 : Teneurs en MES dans six (06) stations de Boumerdès.....	66
Tabl n° 7 : Les oueds de Boumerdès, Sens d'écoulement et Bassin versant ou source.....	67
Tabl n° 8 : Les résultats des paramètres de la sorties de Zemmouri.....	69
Tabl n° 9 : Les espèces sélectionnés et éliminés dans les quatre zones d'études.....	71

ANNEXE

Tabl n° 10 : Les valeurs de la Chlorophylle saisonnière de l'année 2011 de la Wilaya de Boumerdès.	
Tabl n° 11 : Les valeurs de la Chlorophylle saisonnière de l'année 2012 de la Wilaya de Boumerdès.	
Tabl n° 12 : Les valeurs de la Chlorophylle saisonnière de l'année 2013 de la Wilaya de Boumerdès.	
Tabl n° 13 : La Chlorophylle Maximale et Minimale des quatre zones d'étude (Boumerdès).	
Tabl n° 14 : Les valeurs de la Température saisonnière de l'année 2011 de la Wilaya de Boumerdès.	
Tabl n° 15 : Les valeurs de la Température saisonnière de l'année 2012 de la Wilaya de Boumerdès.	
Tabl n° 16 : Les valeurs de la Température saisonnière de l'année 2013 de la Wilaya de Boumerdès.	
Tabl n° 17 : La Température Maximale et Minimale des quatre zones d'étude (Boumerdès).	

Liste des photos

Phot n°1 : Prélèvement des échantillons a l'aide de bateau (Ould Omar).....	47
Phot n°2 : La bouteille de prélèvement (Vanveen).....	48
Phot n°3 : Conductimètre.....	48
Phot n°4 : Oxymètre.....	49
Phot n°5 : pH-mètre.....	49
Phot n°6 : Turbidimètre.....	49
Phot n°7 : Appareil multi paramètre.....	50
Phot n°8 : La glacière avec 36 flacons vides.....	50

Table des Matières

Table des matières	
Liste des acronymes	
Liste des figures	
Liste des photos et des tableaux	
Introduction	17

Chapitre I : Généralités

1. Zone d'étude	19
1.1. Présentation de wilaya de Boumerdès	19
1.1.1. Situation géographique.....	19
1.1.2. Situation démographique.....	20
1.1.3. Climat	20
1.1.4. Littoral.....	21
1.1.5. Cadre géologique et géomorphologique.....	21
1.1.6. Infrastructures portuaires	21
1.1.7. Hydrographie	22
2. Situation de l'aquaculture et la pêche	24
2.1. Situation de l'aquaculture en Méditerranée	24
2.2. Situation de l'aquaculture en Algérie	24
2.3. Situation de l'aquaculture à Boumerdès.....	25
3. Généralité sur la télédétection	26
3.1. Définition de la télédétection.....	26
3.2. Principe de la télédétection.....	27
3.3. Les domaines d'application de la télédétection.....	28
3.4. Définition de l'image satellitaire.....	29
4. Analyse spatiale et délimitation de la zone aquacole	30
4.1. Définition de la zone aquacole.....	30
4.2. Critère de sélection d'une zone aquacole	31
4.2.1. Température	31
4.2.2. Salinité.....	32
4.2.3. La turbidité.....	32

Table des Matières

4.2.4. Les gaz dissous.....	32
4.2.5. Le caractère acide ou basique.....	32
4.2.6. Phytoplancton.....	33
5. Les différentes espèces aquacoles.....	33
5.1. Les poissons.....	34
5.2. Les mollusques.....	36
5.3. Les crustacés.....	37

Chapitre II : Moyens et Méthodes

1. Moyens	40
1.1. Acquisitions des données.....	40
1.1.1. Le capteur MODIS.....	40
1.1.2. Logiciel SeaDAS.....	44
1.1.3. SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity satellite).....	44
1.1.4. Logiciel McIDAS-V.....	45
1.2. Traitement des données.....	45
1.2.1. Données MODIS.....	45
1.2.2. Données SMOS.....	47
2. La méthode d'acquisition des données par contrôle sur le terrain.....	47

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Résultats et discussion de MODIS et SMOS.....	52
1.1. Température.....	52
1.2. Chlorophylle.....	58
1.2.1. Discussions sur la température et la chlorophylle de notre zone d'étude des trois années (2011,2012 et 2013)	64
1.3. Salinité.....	64
1.4. MES.....	65

Table des Matières

1.4.1. Les Principaux Oueds et Sens d'écoulement.....	67
1.5. Bathymétrie.....	68
2. Les résultats de la sortie de Zemmouri (Sghirat).....	69
2.1. Comparaison entre les résultats des images satellitaires et de terrain.....	69
3. Les critères de sélection des zones aquacoles.....	69
3.1. Sélection des espèces par zone.....	70
Conclusion.....	74
Bibliographie.....	76
Annexe.....	80

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'aquaculture est devenue une réalité en Algérie, le ministère de la pêche et de ressources halieutiques a élaboré un programme de développement très important 2014-2019 (aqua-pêche 2014-2019 MPRH).

La sélection de sites pour l'aquaculture est probablement l'un des principaux facteurs qui déterminent la faisabilité et la durabilité des projets aquacoles, d'autant plus que le littoral est sous la pression d'un grand nombre d'autres activités.

A travers l'utilisation de la télédétection et les SIG, des questions relatives à la compétition sur la demande en espace peuvent être résolues, les impacts indésirables minimisés, et la rentabilité et la durabilité des projets aquacoles maximisées, notamment à travers l'utilisation rationnelle de l'espace côtier. Nous devons noter que, même si les modèles basés sur la télédétection et les SIG peuvent prouver qu'ils sont un outil utile pour les gestionnaires de l'espace côtier, des choix difficiles demeurent.

L'objectif de notre travail est d'examiner les possibilités offertes par les images de capteurs puissants comme MODIS et SMOS dans le processus d'aide à la décision. Ces produits sont disponibles gratuitement pour aider les gestionnaires du littoral dans le processus d'aide à la décision, à travers l'identification des sites les plus appropriés pour le zonage des zones favorables pour le développement de l'aquaculture, se travail validés par des mesures effectués sur le terrain.

Dans ce document on distingue trois chapitres :

-Le premier chapitre présente les généralités sur la Wilaya de Boumerdès, la situation de l'aquaculture, la télédétection et les différentes espèces aquacoles.

-Le deuxième chapitre présente la méthodologie de traitement des images satellitaires du capteur MODIS et le satellite SMOS. Aussi dans ce chapitre présente les moyens et les méthodes utilisées pour effectuer les mesures lors de sortie sur le terrain.

-Le troisième chapitre présente la synthèse, l'interprétation et discute les résultats obtenus.

-La dernière partie illustre les conclusions tirées.

CHAPITRE I : GENERALITES

1. Zone d'étude :

1.1. Présentation de Wilaya de Boumerdès :

1.1.1. Situation Géographique :

La Wilaya de Boumerdès est une Wilaya côtière du centre du pays avec 100 Km de profil littoral. Elle se situe dans la région Nord Centre, la partie intégrante de l'Est de l'aire métropolitaine d'Alger. La superficie globale de la Wilaya de Boumerdès est de 1 456,16 Km². (ANDI, 2013)

Au plan Géographique, la Wilaya de Boumerdès est limitée :

- Au Nord, par la mer Méditerranée ;
- A l'Est, par la Wilaya de TIZI OUZOU ;
- Au Sud-Est, par la Wilaya de BOUIRA ;
- Au Sud-Ouest, par la Wilaya de BLIDA ;
- A l'Ouest, par la Wilaya d'ALGER.

La Wilaya constitue un carrefour de passage de la capitale dont elle est distante de 45Km vers l'Est du Pays et la Kabylie par des voies de communication diverses (chemins de Fer et autoroute). Son chef-lieu de Wilaya est distant de 35Km de l'aéroport international d'Alger « HOUARI BOUMEDIENE ». (ANDI, 2013)



Fig n° 1 : Les limites géographiques de la Wilaya de Boumerdès. (DPSB, 2012)

La ville de Boumerdès tire son nom du patron Sid Ali Ben Ahmed El Boumerdassi, théologien et homme de science. L'histoire de cette ville a été marquée par le passage des phéniciens et des romains dont les traces sont perceptibles sur de nombreux vestiges historiques, notamment à Dellys dont la casbah est aujourd'hui classée patrimoine national. La Wilaya de Boumerdès est issue du découpage administratif de 03/04/1984, No 84-79. (DPSB, 2012).

Elle a été le siège du premier gouvernement provisoire de l'Algérie indépendante. A partir de l'année 1965, Boumerdès concentre les premiers centres de recherche et de formation dans le secteur des hydrocarbures et des industries légères. La Wilaya est un passage incontournable pour se rendre de la capitale à l'Est du pays, quel que soit le moyen de transport utilisé. (ANDI, 2013)

Pour Zemmouri, appelée autrefois Courbet, est une commune appartenant à la Wilaya (préfecture) de Boumerdès Daira Bordj Menaiel. Cette petite ville côtière est située au bord de la mer méditerranéenne, à l'Est d'Alger (Algérie). Coordonnées 36° 47' 00" Nord 3° 36' 00" Est, Population 26 408 habitants (RGPH, 2008).

Et Dellys est une Commune Algérienne de la Wilaya de Boumerdès en Kabylie aussi, elle est située à 50Km de la ville de Boumerdès, chef-lieu de la Wilaya. Elle est également le chef-lieu éponyme de la Daïra de Dellys. Coordonnées 36° 54' 48" Nord 3° 54' 51" Est.

Une ville côtière sur le littoral Nord Algérien dans la grande Kabylie, sa superficie est de 50,6Km² à travers lesquels est disséminée une population de 29492 habitants (RGPH, 2008).

1.1.2. Situation démographique :

La population de la Wilaya a connu un net ralentissement de sa croissance par rapport au rythme observé durant la décennie 1977-1987. Entre 1998 et 2008 (date des deux derniers recensements de la population et de l'habitat), le taux d'accroissement annuel moyen de la Wilaya était de 2,15% qui se sont traduit par une augmentation de 153 679 personnes.

Recensement la population et des habitats de l'année 2008 de la Wilaya de Boumerdès comptait 801 068 habitants. (DPSB, 2012).

L'an 2012, la population a augmenté de 12 140 habitants atteignant 861 578 habitants, soit un taux d'accroissement annuel moyen de 1,45 % et une densité de 592 habitants/Km².

Les communes de Boumerdès, Bordj Menaiel, Boudouaou, Khemis El Khechna, Hammedi et Ouled Moussa sont les plus peuplées dépassent la barre des 40 000 habitants. Elles cumulent une population de 290 764 habitants, soit 33,75 % de la population de la Wilaya. (DPSB, 2012).

1.1.3. Climat :

La Wilaya de Boumerdès est caractérisée par un climat méditerranéen à variante Hiver froid humide et Eté chaud et sec.

Par sa positions Géographique et par la juxtaposition de ces ensembles physiques bien différenciés : **les plaines et les vallées au Nord, les collines, plateaux dans la partie intermédiaire et les montagnes au Sud.**

La température moyenne annuelle est de l'ordre de **18,2 °C** à Boudouaou El Bahri et **18 °C** à Zemmouri et **17,4 °C**. (ANDI, 2013)

A Dellys, notant que l'adoucissement des températures est dû à la proximité de la mer.

Les précipitations sur sa frange littorale un gradient pluviométrique de l'Ouest à l'Est ; voir Boudouaou El Bahri avec 125mm pour atteindre 157mm à Dellys. (ANDI, 2013)

1.1.4. Littoral :

Le littoral de la Wilaya de Boumerdès s'étend d'Oued Réghaïa Commune de Boudouaou El-Bahri (limite de la Wilaya d'Alger) jusqu'à Oued Oubioune Commune de Afir (limite avec la Wilaya de Tizi Ouzou).

Le littoral de la Wilaya de Boumerdès couvre une superficie terrestre de 116,65Km² et une superficie marine de 1.399Km² elle se caractérise par l'importance et la diversité des ressources touristiques qu'il recèle généré par sa situation Géographique et son arrière-pays immédiat. Le linéaire côtier de Boumerdès est 80,33Km sur lesquels se succèdent 35 plages, dont 23 sont ouvertes à la baignade et un linéaire terrestre de 107,08 km. (DPSB, 2012).

Le littoral de la Wilaya de Boumerdès longeant dix Communes, d'Ouest en Est : Boudouaou El Bahri, Corso, Boumerdès, Thénia, Zemmouri, Legata, Cap Djinet, Sidi Daoud, Dellys et Afir. Ce littoral est limité au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par le chemin communal Réghaïa – Réghaïa plage (limite avec la Wilaya d'Alger), à l'Est par Oued Taazibt (limite avec la Wilaya de Tizi Ouzou) et au Sud par un linéaire terrestre. Cet espace littoral occupe une superficie de 120,92 km² et il est constitué d'un cordon dunaire, de plaines littorales, de falaises, de plages, de zones humides, de terres agricoles, d'Oueds, et de sites Culturels et Archéologiques. (ANDI, 2013)

1.1.5. Le Cadre Géologique et Géomorphologique :

Le littoral de Boumerdès est caractérisé par la présence de plusieurs dunes actuelles mais aussi par des alluvions récentes sous forme de sable argileux au niveau de chacune des trois embouchures des Oueds (qui sont actuellement urbanisés) dans notre région d'étude.

Le centre-ville de Boumerdès est constitué de sable rouge du Quaternaire sauf le long des oueds où on peut observer de la marne Plus ancienne et des dépôts récents d'alluvions (Ouacif, 1995).

Le relief de la wilaya de Boumerdès se divise en plusieurs unités physiques : les plaines et les vallées au nord, les collines et plateaux dans la partie intermédiaire et les montagnes au Sud. (Ouacif, 1995)

1.1.6. Infrastructures Portuaires :

L'exploitation des ressources maritimes s'exerce au niveau de trois ports de pêche (Zemmouri C'est un port d'une capacité de 183 unités de pêche, Dellys d'une capacité de 162 unités de pêche et Djinet c'est un port en voie d'achèvement sa capacité et de 115 unités de pêche, cinq plages d'échouage et un abri de pêche à El Koss Commune de Dellys. (DPRH, 2012)

Les infrastructures portuaires de la Wilaya de Boumerdès sont constituées de 3 ports de pêche :

a. Le port de Dellys : Il a été réalisé en 1952, il est abrité par la pointe de Dellys qui le protège des fortes houles d'Ouest et du Nord. C'est un port mixte : la pêche et le commerce.

Ils se situent à 58 Km du chef-lieu de la Wilaya, à 46 à l'Est de Zemmouri. La flottille existante est composée de 162 unités de pêche. (DPRH, 2012)

b. Le port de Zemmouri : Il est situé à 48 Km à l'Est d'Alger et à 12Km à l'Est du chef-lieu de la Wilaya. C'est un port d'une capacité de 183 unités de pêche. (DPRH)

c. Le port de Djinet : Il est situé à 35 Km à l'Est du chef-lieu de la Wilaya, c'est un port en voie d'achèvement d'une capacité de 115 unités de pêche. C'est un port d'abris et plages d'échouage contribuent au développement économique et social de la région de la Wilaya. (DPRH, 2012)

1.1.7. Hydrographie :

Le territoire de la Wilaya de Boumerdès est traversé par un important réseau hydrographique. Outre les petits cours d'eau, il existe des Oueds d'un débit appréciable tels que :

- *Oued Isser:* le plus important, il prend naissance dans les monts du Titteri dans une assez large vallée alluviale qui est le siège d'une nappe importante et très exploitée, drainant la partie occidentale de la chaîne du Djurdjura, les collines Chaabet El Ameurs et la vallée de Isser. (ANRH, 2012)
- *Oued Sebaou:* second Oued plus important après celui d'Isser, il provient de la chaîne orientale de Djurdjura et coule d'Est en Ouest entre le massif et la chaîne côtière de la Kabylie, constituant une attraction touristique. (ANRH, 2012)

Les autres Oueds de la région sont :

- *Oued Corso:* situé entre l'oued Boudouaou et Boumerdès, il est d'une importance modeste. (ANRH, 2012)
- *Oued Boudouaou :* situé dans une alluviale ; une retenue d'eau est prévue à son niveau (Barrage de Keddara). (ANRH, 2012)
- *Oued Boumerdès :* situé à l'Est de la ville urbaine de Boumerdès, s'écoule vers la mer en drainant les oueds de Bou Saleh et de Chourfa. (ANRH, 2012)
- *Oued El Arbaa:* limite naturelle de deux communes – Cap Djinet et Sidi Daoud – son débit est relativement faible mais son intérêt réside dans l'existence d'un plan d'eau qui constitue un barrage naturel. (ANRH, 2012)
- *Oued Oubay :* moins important situé dans le massif côtier de Dellys. (ANRH, 2012)
- *Oued Larbatache :* peu important ; se caractérise par son faible débit. (ANRH, 2012)

Les débits de ces Oueds, bien qu'importants en saison humide, sont en général irréguliers.



Fig 2 : Carte hydrologique de la Wilaya de Boumerdes, (Google Earth, 2014).

On peut ajouter également le seul plan d'eau existant dans la Wilaya de Boumerdes qui est le lac du barrage naturel de l'Oued Laarbaa. Selon les données du PAC Algérois (PAM-MATET, 2002-2006) les infrastructures de mobilisation des eaux de surface présentent les caractéristiques suivantes :

Barrages :

Tab n°1 : Localisation et capacité des barrages de Boumerdes (DRE, 2012) :

Barrages existants	Localisation (commune)	Capacité à plein (M ³)
Bouzegza Keddara	Kherrouba	145 600 000
Hamiz	Khemis El Khechna, Larbatache	16 284 000
Beni Amrane	Beni Amrane	13 100 000
Chender	Naciria	1 380 000
Sahel Bouberek	Sidi Daoud	3 700 000
Cap Djinet	Djinet	2 820 000

Ressources souterraines :

La Wilaya de Boumerdès comprend de nombreuses unités hydrogéologiques avec plusieurs aquifères exploitées par l'irrigation, les plus importants sont d'Ouest en Est sur la Wilaya :

- Une portion Est de la nappe de la plaine alluviale de la Mitidja caractérisée par un aquifère multicouche avec nappes libres et aquifères profonds. (DRE, 2012)
- Sur le littoral, deux formations dunaires du Sahel, qui possèdent des aquifères alluviales monocouches, libres et indépendantes des oueds. (DRE, 2012)

2. Situation de l'aquaculture et la pêche :

2.1. Situation de l'aquaculture en Méditerranée :

Mer petite (0,8 % de la surface des océans), aux bords découpés et de faciès variés (46 000 km de côtes), quasi fermée (50 à 80 ans pour un renouvellement complet du volume) et bénéficiant d'un climat privilégié. La bande littorale est densément peuplée (136 millions de riverains en 1997 ; 180 millions attendus en 2025).

La Méditerranée possède un certain nombre de conditions qui doivent être prises en compte lors de la planification de l'aquaculture marine. Il s'agit d'une mer semi-fermée avec plusieurs bassins et aires géographiques distinctes (incluant la plupart des habitats marins - lagunes, estuaires, mer ouverte, plages de sable etc.).

L'aquaculture est devenue une activité majeure en Méditerranée, représentant un apport de 400.000 t, dont 250.000 t environ provenant de l'aquaculture marine en 1995, (contre 200.000 t, dont 85.000 t de produits marins en 1985), sur un apport total des produits de la mer 1.365.000 t pour l'ensemble de la mer Méditerranée. (FERLIN ,1999). Le potentiel aquacole de la Méditerranée est depuis longtemps reconnu et pratiquement tous les pays de son littoral (et en particulier les pays du Sud de l'Europe) ont apportés un soutien massif à ce secteur, tant au niveau de la recherche que du développement (FERLIN ,1999).

2.2. Situation de l'aquaculture en Algérie :

De tous les pays maghrébins, l'Algérie est celui qui, en dépit de la longueur de sa façade littorale (1280 km), offre le moins de prédispositions aux activités halieutiques. L'étroitesse de sa plate-forme continentale, le manque d'abris naturels le long d'une côte généralement inhospitalière, le caractère montagneux de l'arrière-pays immédiat qui fait obstacle à l'établissement de circuits rapides de commercialisation sont autant de facteurs qui expliquent le retard apporté au développement des pêches (CHAUSSADE ET CORLAY, 1990).

En Algérie la pisciculture est à ses débuts alors que les potentialités sont importantes. Le Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques vise le développement de l'aquaculture et la création de fermes aquacoles. (FAO, 2009)

L'enveloppe allouée au MPRH dans le cadre de relance économique (PSRE) est de 9,5 milliards de dinars. Dès le lancement de ce plan, le secteur a enregistré plus de 2500 dossiers d'investissement dans les différentes activités du secteur. Plus de 520 projets, d'un montant global de 6 milliards de dinars, ont été retenus au titre de financement dans le cadre du PSRE. Les investissements sont dispersés à travers 23 Wilayas, dont 14 côtières et 7 autres situées à

l'intérieur du pays, comme Ain Defla, Relizane, Ouargla, Béchar, Guelma, Sétif et Sidi Bel Abbès. Ces dernières ont bénéficié de projets d'aquaculture en eau douce. Le soutien à l'investissement varie de 20 à 80% selon l'activité. Pour l'aquaculture dans le sud du pays, l'Etat prend en charge 80% de la valeur du projet. L'axe prioritaire du MPRH est le développement de l'aquaculture. (MPRH, 2012)

Pour la pisciculture marine, seulement quatre projets sont opérationnels. Le premier localisé à Azeffoune (Wilaya de Tizi Ouzou) destiné à l'élevage du loup et de la daurade sur cage en mer, le deuxième se trouve à Cap Djinet wilaya de Boumerdès ONDPA (bassins en béton, en utilisant l'eau réchauffée d'une centrale électrique à proximité), le troisième se trouve à Ain Témouchent (aqua-sole), le quatrième c'est Le second ; objet de notre étude la ferme Sghiret Zemmouri (en cage flottante).

Le graphique ci-dessous indique la production totale de l'aquaculture en Algérie (d'après les statistiques de la (FAO, 2011) :

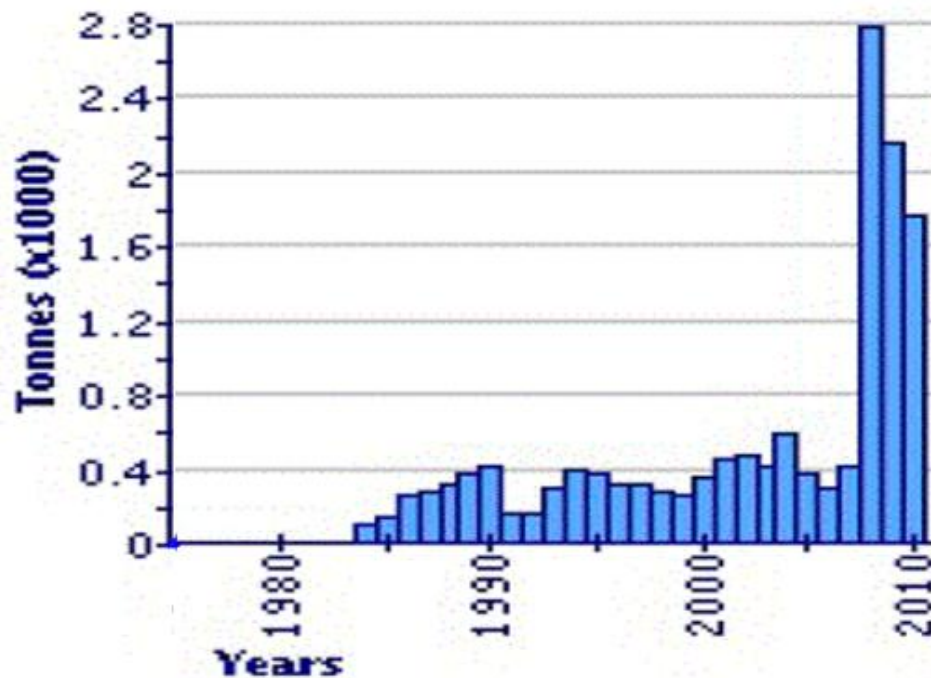


Fig n° 3 : Production de l'aquaculture reportée en Algérie (depuis 1980) (FAO Fishery Statistic, 2011)

2.3. Situation de l'aquaculture à Boumerdès

Avec une façade maritime de près de 100Km, la Wilaya de Boumerdès offre des caractéristiques morphologiques, géographiques et bathymétriques favorables à l'exploitation des ressources halieutiques. (DPRH, 2012)

L'objectif recherché à travers le développement des activités de la pêche et de l'aquaculture consiste en la construction des espaces économiques et sociaux gérables et aptes à produire des richesses durables. (DPRH, 2012)

L'activité aquacole à Boumerdès est donc extrêmement embryonnaire et porte sur les 3 axes suivants :

- Elevage de bars et daurades en eau de mer.
- Conchyliculture marine (mytiliculture essentiellement).
- Elevage en eau douce (seulement dans les barages).

3. Généralités sur la télédétection :

3.1. Définition de la télédétection :

Le mot télédétection (en anglais « Remote Sensing ») désigne l'ensemble des techniques qui permettent d'étudier à distance des objets ou des phénomènes. Le néologisme « Remote Sensing » fait son apparition aux Etats-Unis dans les années soixante, lorsque des capteurs nouveaux viennent compléter la traditionnelle photographie aérienne. Le terme de télédétection a été introduit officiellement dans la langue française en 1973 et sa définition officielle est la suivante : « Ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci. » (CITTA, 1988).

Selon cette définition très vaste, la télédétection peut se pratiquer de la surface de la Terre vers l'atmosphère ou vers l'espace, comme de l'espace vers la Terre, et l'astronomie utilise largement la télédétection. Mais ce cours concerne plus précisément les techniques de la *télédétection aérospatiale*, qui a pour but l'étude de la surface de la Terre, des océans et de l'atmosphère à partir d'avions, de ballons ou de satellites, en utilisant les propriétés du *rayonnement électromagnétique* émis, réfléchi ou diffusé par les corps ou surfaces que l'on étudie. (CITTA 1988).

Une définition plus précise, et pour nous plus opérationnelle, de la télédétection est la suivante :

« La télédétection est l'ensemble des techniques qui permettent, par l'acquisition d'images, d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre (y compris l'atmosphère et les océans), sans contact direct avec celle-ci. La télédétection englobe tout le processus qui consiste à capter et enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et analyser l'information qu'il représente, pour ensuite mettre en application cette information. »

<http://www.ccrs.nrcan.gc.ca>

Un satellite est un objet fabriqué par l'homme, envoyé dans l'espace à l'aide d'un lanceur et gravitant autour d'une planète.

(<http://www.ccrs.nrcan.gc.ca>)

Un capteur est un appareil qui détecte et mesure un paramètre physique comme la radiation et le convertit sous une forme qui puisse être stockée ou transmise. En d'autres termes, c'est l'appareil qui "voit" les objets ou le terrain vers lesquels il est orienté.

(<http://www.ccrs.nrcan.gc.ca>)

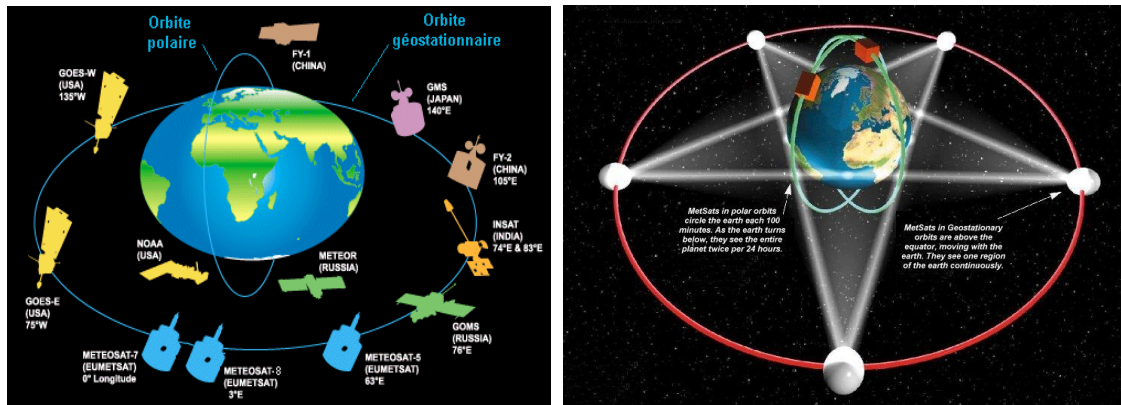


Fig n°4 : présentation des satellites (Agence spatiale européenne).

Historique de la télédétection.

L'histoire des techniques de la télédétection peut être découpée en cinq grandes époques de 1856, date à laquelle, pour la première fois, un appareil photographique a été installé de façon fixe à bord d'un ballon, à la première guerre mondiale, se déroule l'époque des pionniers, pendant laquelle sont explorées les possibilités de la photographie aérienne verticale pour la cartographie ; les lois fondamentales de la stéréoscopie et de la photogrammétrie sont découvertes à la fin du XIXe siècle. (AUPELF, 1995)

De la première guerre mondiale à la fin des années 50. La photographie aérienne devient un outil opérationnel pour la cartographie ; la recherche pétrolière et la surveillance de la végétation on assiste à un progrès continu de l'aviation, des appareils photographiques et des émulsions (couleur, infrarouge noir et blanc, infrarouge fausse couleur). Les méthodes de la photo-interprétation sont précisées et codifiées. (AUPELF, 1995)

La diffusion accélérée et l'augmentation de la puissance des ordinateurs contribuent de façon continue à promouvoir de nouvelles méthodes d'utilisation des données toujours plus abondantes que fournit la télédétection spatiale. Les données des satellites météorologiques et océanographiques sont aujourd'hui un auxiliaire indispensable de la prévision numérique du temps et du climat et font l'objet d'une assimilation directe par les modèles numériques. Les images de télédétection destinées à l'observation fine de la surface terrestre, y compris les photographies aériennes traditionnelles, sont, sous forme numérique, intégrées aux Systèmes d'Information Géographique. (AUPELF, 1995)

3.2. Principe de la télédétection :

- La télédétection se définit comme :

La technique d'observation à distance de la réponse des objets à une excitation extérieure naturelle (soleil) ou artificielle (observation radar par exemple).

- Elle se base sur les deux principes suivants :

- tout objet émet une réponse
- la réponse d'un objet est caractéristique de l'objet et de ses constituants.

- la réponse des objets peut être captée et enregistrée au niveau du satellite.

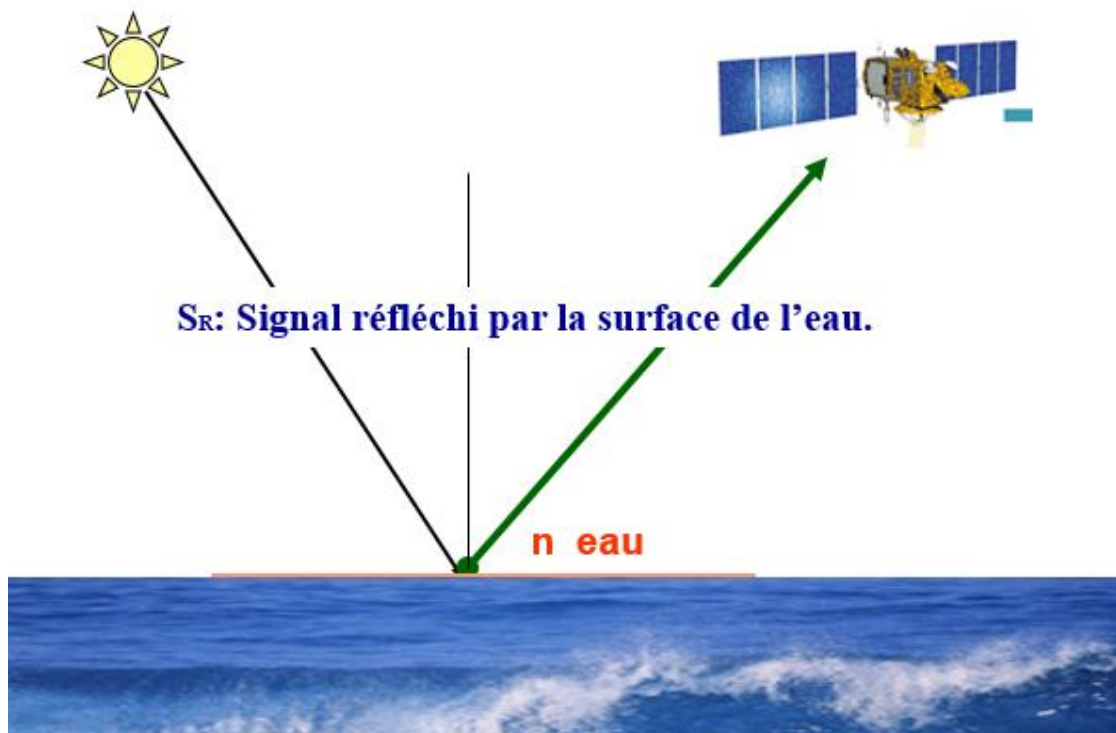


Fig n°5 : Schéma expliquant le principe de la télédétection

(http://www.cnes.fr/automne_modules_files/standard/public/p7774_9f5e71f0025c698de2ef82085d1c0e20big_3.pdf)

3.3. Les domaines d'application de la télédétection :

- ❖ **L'étude de l'atmosphère** été le premier grand domaine d'application de la télédétection (météorologie et climatologie). L'intérêt de la télédétection dans ce domaine est d'assurer une couverture globale et très fréquemment répétée de la planète entière ; par contre la résolution spatiale n'est pas primordiale pour les applications météorologiques. Les satellites en orbite géostationnaire, à 36000Km de la Terre, permettent d'obtenir une image couvrant près d'un cinquième de la surface terrestre toutes les demi-heures ; cinq satellites de ce type assurent une couverture globale de l'atmosphère terrestre, à l'exception des pôles. Ce système est complété par des satellites en orbite polaire, à 900Km d'altitude, qui offrent plus de précision. (<http://winds.jpl.nasa.gov>)
- ❖ **En océanographie** la télédétection offre l'avantage de permettre une vision synoptique de vastes régions qu'il est impossible d'obtenir par les moyens traditionnels (bateaux). Pour certaines études à petite échelle, les données des satellites météorologiques sont largement utilisées en océanographie (températures de surface de l'océan) ; pour les études côtières, ce sont les satellites de télédétection terrestre, équipés de capteurs à haute résolution, qui sont les plus utiles. Des satellites spécialisés à vocation océanographique ont volé dans un passé récent (Nimbus, Seasat) ou volent depuis le début des années 90 (ERS-1 de l'Agence Spatiale Européenne, TOPEX-Poseidon). Les types de capteurs utilisés pour l'océanographie sont très variés. Les radiomètres

utilisant le rayonnement visible analysent la couleur de l'océan, qui permet de mesurer la production biologique (plancton) et la turbidité ; les radiomètres infrarouges ou microonde mesurent la température de surface de la mer. La répartition des températures ou des turbidités est un indice des courants océaniques. Les radars embarqués sur des avions ou certains satellites ont l'avantage d'être insensibles aux nuages ; ils permettent d'observer les phénomènes ondulatoires présents sur l'océan, les vagues en particulier. Enfin, certains types particuliers de capteurs, radars-altimètres ou diffusiomètres sont utilisés pour mesurer avec une très grande précision l'altitude de la surface de la mer qui est un reflet de la dynamique océanique (courants généraux), ou la vitesse du vent sur la mer. Parmi les applications océanographiques de la télédétection, citons enfin l'étude des glaces de mer en régions polaires. (<http://winds.jpl.nasa.gov>)

- ❖ **Les applications terrestres** de la télédétection sont extrêmement variées. La photographie aérienne, sous toutes ses formes, est encore, sans doute pour peu de temps, le moyen le plus usuel de télédétection ; les photographies aériennes sont de plus en plus utilisées sous forme numérique de façon à permettre leur correction géométrique (Orthophotos) et leur intégration dans les Systèmes d'Information Géographique. (<http://winds.jpl.nasa.gov>)

3.4. Définition de l'image satellitaire :

L'imagerie satellite (ou satellitaire - l'usage de l'adjectif satellital est impropre) désigne la prise d'images de la Terre ou d'autres planètes à partir de satellites artificiels. Compte tenu des méthodes utilisées à la télédétection. (Wikipédia, l'encyclopédie libre)

Aller à : navigation, rechercher Première image de la Terre prise par un satellite en orbite. Elle montre une zone éclairée par le Soleil dans l'océan Pacifique et la couverture nuageuse. L'image a été faite alors que le satellite Explorer 6 se trouvait à environ 27 000 km d'altitude, le 14 août 1959. (Wikipédia, 2014)

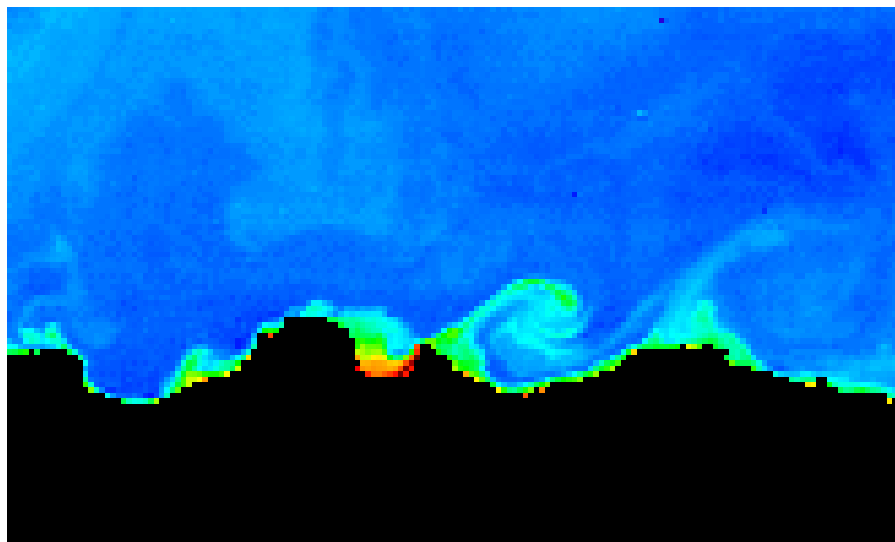


Fig n°6 : Image satellitaire de la chlorophylle du capteur MODIS.

Toutes les images satellites prises par la NASA sont éditées par la NASA Earth Observatory et sont proposées gratuitement au public. De nombreux autres pays ont des programmes d'imagerie satellite. Une collaboration internationale européenne, par le biais de l'Agence Spatiale Européenne (ESA), a permis de lancer les missions ERS 1 en 1992 puis ERS 2 en 1995, suivies par la mission ENVISAT en 2002. ENVISAT, mis en orbite le 1^{er} mars 2002 par Ariane 5 est un programme de 2,3 milliards d'euros pour le plus gros satellite scientifique d'observation de la Terre jamais conçu. . (Wikipédia, 2014)

- ❖ Il existe également des compagnies privées qui produisent et commercialisent des imageries satellites.

Utilisations :

De très nombreux usages (scientifiques, civils et militaires) sont faits de ces images. Les satellites ont eu une contribution unique et importante, dans certains domaines dont :

□ **Evaluation et la surveillance de l'environnement** (déforestation, pollutions, pollution lumineuse, urbanisation et périurbanisation, fragmentation écologique, pollution lumineuse, érosion, etc.), Par exemple des analyses d'images Landsat faites par la NASA, l'université de Californie et le *Conservation Research Center* du Smithsonian Institution ont clairement montré en 2004 que malgré un triple statut d'Aire protégée (statut de réserve ethnique, de réserve de la biosphère de l'UNESCO et de Parc national, la région de Yasuni, l'une des plus riche au monde en biodiversité, continue à être déforestée et morcelée; Le taux annuel moyen de déforestation était de 0,11 % au début des années 2000, mais avec une tendance à la hausse qui si elle devait se poursuivre conduirait à ce qu'avant 2063, 50% de la forêt située à environ 2Km d'une route d'accès au pétrole soient perdus et offerts à une colonisation sans entrave et à une conversion anthropique en zone de culture ou d'habitation). (Wikipédia, 2014)

4. Analyse spatiale et délimitation de la zone aquacole :

4.1.Définition de la zone aquacole :

Zone ou aire géographique naturellement délimitée sur laquelle se trouve la production d'espèces aquacoles.

Les zones particulièrement favorables à l'aquaculture en générale. Une aire qui porte des paramètres physicochimiques optimale de certaines espèces.

Tab n°2 : Critères de sélection de sites pour l'aquaculture (DOSDAT *et al*, 1996)

FACTEUR	BON	MOYEN	MAUVAIS
Exposition*	partielle	protégée	forte
Vague	1-3 m	1 m	> 3 m
Profondeur	> 30 m	15-30 m	< 15 m
Hydrodynamisme/chasse	fort	moyen	faible
Pollution de l'eau	faible	moyenne	forte
Température			
max	22-24	24-27	> 27
min	12	10	< 8
Salinité (‰)			
moyenne	25-35	15-25	< 15
variations	< 5	5-10	> 10
O ₂ dissous (%)	100	70-100	< 70
Pente	> 30	10-30	< 10
Substrat	sable ou gravier	pierres mélangées	vase
Statut trophique	oligotrophique	mésotrophique	eutrophique
Biosalissures	peu	modérées	importantes
Prédateurs	pas	quelque uns	abondants

4.2. Critères de sélection d'une zone aquacole

La vie aquatique confère aux poissons des handicaps qu'ils doivent surmonter en permanence et que ne connaissent pas les vertébrés terrestres. Par rapport à l'air, le milieu aquatique est pauvre en oxygène, a des propriétés moins stables, canalise les substances dangereuses et n'est pas sanitaire isolable. Cette dépendance extérieure de la qualité du milieu d'élevage exige donc sa surveillance permanente ainsi que celle du cheptel, mais l'un et l'autre sont beaucoup moins accessibles directement au vétérinaire que les élevages terrestres dont il a l'habitude. Il est alors indispensable d'utiliser des instruments tels que thermomètre, oxymètre, conductimètre, pH-mètre et autres afin de définir la qualité du milieu (KINKELIN *et al*, 1985).

4.2.1 Température :

La température a un impact sur la santé des poissons qui se fait sentir à chaque fois que l'on s'écarte de la zone thermique optimale. Les eaux douces de surface sont sujettes à des fluctuations thermiques importantes suivant de nombreux facteurs, par exemple la latitude, la saison, l'heure du jour, la profondeur. L'eau de mer varie beaucoup moins du fait de sa circulation incessante dans les océans et des énormes volumes qui y sont brassés. L'eau du lagon, moins profonde, est toutefois sujette à des variations de température plus importantes que l'eau océanique. Ceci se vérifie d'autant plus qu'elle est proche de la côte, dans une zone peu profonde et protégée des échanges avec l'océan.

A mesure que l'eau s'échauffe, la solubilité des gaz diminue tandis que celle des constituants toxiques s'accroît. L'élévation de la température accélère également la multiplication des agents pathogènes.

4.2.2 Salinité :

Les poissons vivent immergés dans un fluide très proche sur un plan qualitatif du constituant de base de l'ensemble de leurs liquides corporels (cellules, milieu interstitiel, compartiment sanguin) mais différent sur un plan quantitatif. La composition ionique du milieu extérieur, où vit le poisson, étant fondamentalement dépendante de la salinité, ils sont en permanence confrontés à des forces passives de diffusion régies par les lois de l'osmose.

C'est le caractère essentiel de l'eau de mer. L'océan contient en moyenne 35 grammes de sel par Kilo d'eau de mer. Si on considère le volume total de l'océan (1370 millions de Km³) cela représente 48 millions de milliards de tonnes de sel, soit 95 tonnes par m² sur le globe entier, ou 320 tonnes par m² sur les parties émergées.

Les espèces de poissons ont chacune des exigences plus ou moins strictes vis-à-vis de la salinité. Par exemple, le loup tropical a une résistance exceptionnelle aux variations de salinité. Il est même connu pour survivre dans des eaux de salinités extrêmes variant de 0 ‰ à 50 ‰. La salinité optimale pour un bon développement et une bonne croissance se situe entre 0 ‰ et 36 ‰ (THOUARD *et al*, 1994).

4.2.3. La turbidité :

Les matières en suspension (MES) sont des particules solides finement divisées, de nature minérale ou organique, vivante ou inerte. Sur les poissons, leur action peut se traduire par une irritation branchiale entraînant une gêne respiratoire. Ces (MES) peuvent également servir de support à une colonisation bactérienne. De plus elles colmatent les œufs entre eux, pouvant aboutir à leur asphyxie dans les incubateurs.

Les MES proviennent soit du plancton qui peut être parfois irritant, voire toxique (Méduses, algues toxiques dinoflagellés), soit du sédiment corallien mis en suspension sous l'action des vagues, soit des précipitations. Celles-ci sont très abondantes en période de crue, d'où la nécessité de filtrer l'eau des bassins. En pisciculture, les déchets et fèces constituent également une source de MES (VINCENT, 2008).

4.2.4. Les gaz dissous :

L'oxygène et le dioxyde de carbone sont les plus importants parmi les gaz dissous.

Le manque d'oxygène se traduit par une asphyxie ou par des baisses de performances. La sous oxygénation est un facteur de stress et peut menacer, dans les cas les plus sévères, la survie des poissons.

C'est rarement comme cause d'asphyxie que le dioxyde de carbone manifeste son effet pathogène car dans l'eau il se transforme en carbonates ou bicarbonates. Toutefois, il peut acidifier les eaux de faible alcalinité (KINKELIN *et al*, 1985).

4.2.5. Le caractère acide ou basique :

Il est important que le pH de l'eau reste dans des valeurs convenant bien à la vie des animaux aquatiques : entre 7 et 8,5. Entre 6 et 9, il n'y a pas d'accidents à redouter mais cela augmente le risque de toxicité de l'ammoniaque. De manière générale, le caractère acide ou basique de l'eau peut avoir une action directe d'irritation ou une action indirecte jouant sur les phénomènes de toxicité : les pH bas élèvent la toxicité des métaux et des nitrites ; à l'inverse, un pH élevé accroît celle de l'ammoniaque (KINKELIN *et al*, 1985).

4.2.6. Phytoplancton :

D'une part, le phytoplancton est le premier maillon de la chaîne alimentaire marine, et de son abondance dépend le développement des échelons supérieurs. La compréhension du fonctionnement des écosystèmes marins et la quantification des échanges et flux entre leurs différents compartiments (phytoplancton, zooplancton, détritus, etc.) requiert au moins une bonne quantification du compartiment phytoplanctonique. En outre, les principales zones de pêche mondiale se situent dans des régions de forte production phytoplanctonique, qu'il convient donc de connaître au mieux. (MACMM)

D'autre part, ces algues photosynthétiques créent de la matière organique grâce à l'énergie radiative du soleil, en fixant du CO₂ dissous et des éléments nutritifs présents dans l'eau de mer ; ce processus s'accompagne d'une production d'oxygène avec une régulation des gaz atmosphériques et des espèces chimiques présentes dans l'océan. La connaissance de la répartition mondiale et des variations temporelles des concentrations en phytoplancton est un passage obligatoire pour une étude approfondie du cycle océanique du carbone et des éléments associés. (ANTOINE, 1998).

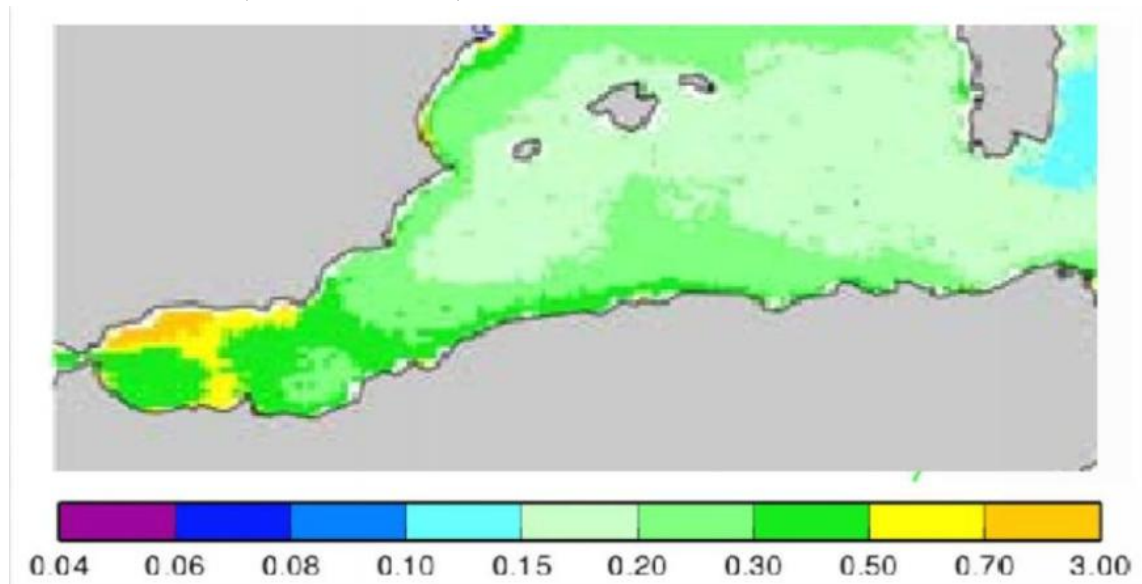


Fig n°7 : Concentration moyenne annuelle de chlorophylle (mg.m^{-3}) du bassin algérien calculer sur une période de 5 années (1997 à 2001) (BOSC, 2002).

5. Les différentes espèces aquacoles :

L'aquaculture est définie comme l'art de multiplier et d'élever les animaux et les plantes aquatique (BARNABE, 1991). Selon BARNABE, (1989) le terme aquaculture recouvre toutes les activités qui ont pour objet la production, la transformation, le conditionnement et la commercialisation d'espèces aquatiques, qu'il s'agisse de plantes ou d'animaux d'eau douce, saumâtre ou salée.

Elle s'intéresse à plusieurs catégories de productions dont les principales :

- La conchyliculture concerne l'élevage des mollusques.
- La pisciculture qui est l'élevage des poissons.
- L'algoculture définissant la culture des algues.
- La carcinoculture concerne l'élevage des crustacés.

5.1. Les poissons (pisciculture) :

➤ **Loup :**

Embranchement : *vertébrés*

Classe : *osteichthyens*

Ordre : *perciformes*

Famille : *serranidae*

Genre, espèce : *Dicentrarchus labrax*

- *Dicentrarchus labrax*, communément appelé Loup en Méditerranée ou Bar en Atlantique. En conditions extrêmes, cette espèce supporte les températures de 1 à 35°C, et les salinités de 2 à 90 ‰. Elle fréquente les fonds marins de faible profondeur, inférieurs à 50 m, et affectionne les zones agitées. En été elle se tient fréquemment dans les étangs littoraux et les estuaires. La maturation sexuelle débute en août en Méditerranée et la ponte intervient entre décembre et mars à une température moyenne comprise entre 12 et 14°C. (LISABETH ALLIOT *et al*, 1981)

➤ **Daurade royale :**

Embranchement : *vertébrés*

Classe : *osteichthyens*

Ordre : *perciformes*

Famille : *sparides*

Genre, espèce : *Sparus auratus*

La daurade est présente sur tout le pourtour de la méditerranée et dans l'océan atlantique depuis l'Angleterre jusqu'aux côtes de Mauritanie. On la rencontre sur tous les types de fonds, dans les zones côtières jusqu'à des profondeurs de 40 à 80 mètres. Eurytherme (6 - 32°C) et euryhaline (5-70 ‰) en été, elle affectionne les étangs côtiers. En méditerranée la ponte a lieu en novembre à une température voisine de 15°C.

http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Sparus_aurata/fr#tcN8003F

➤ Mulet :

Embranchement : *vertèbres*

Classe : *Ostéichtyens*

Ordre : *mugiliforme*

Famille : *Mugilidés*

Espèces : *Mugil cephalus*

Le mullet est une espèce marine euryhaline et eurytherme vivant en petits bancs, il migre au printemps et en été dans les eaux saumâtre et dulçaquicoles à des fins trophiques. On le rencontre aussi dans les milieux littoraux (zones intertidales, lagunes et marais et sursalés).

- Il est surtout phytoplanctophage au début de sa première année avant de devenir benthophage et limnivore avec un rythme alimentaire diurne corrélié au cycle lunaire. (<http://www.Ifremer.fr>)

➤ Turbot :

Embranchement : *vertébrés*

Classe : *osteichtyens*

Ordre : *pleuronectiformes*

Famille : *scophthalmidae*

Genre, espèce : *Scophthalmus maximus*

Le turbot est surtout abondant en Mer du Nord et en Mer Baltique. On le retrouve cependant depuis les côtes de Norvège jusqu'au Maroc et en Mer Méditerranée. Les températures extrêmes supportées par cette espèce sont de 3 à 30°C et les salinités varient de 5 à 40‰. Cette espèce benthique vit sur le fond et se nourrit de poissons, de crustacés et de petits céphalopodes. Le turbot est une espèce relativement peu mobile, se déplaçant essentiellement pour se nourrir, ce qui en fait un excellent transformateur d'aliment. C'est une espèce carnassière qui chasse ses proies de préférence pendant le jour. (<http://www.Ifremer.fr>)

➤ Salmonidés :

Embranchement : *vertébrés*

Classe : *osteichtyens*

Ordre : *salmoniformes*

Famille : *salmonidae*

Les salinités élevées (33-36‰) rencontrées sur le littoral français sont généralement bien tolérées en période froide, mais présentent des inconvénients lors du transfert en mer qui devient plus délicat et pendant l'été où elles affectent la résistance de la plupart des espèces. Pour l'élevage de la truite Arcen-Ciel et du saumon coho, des températures inférieures à 17 °C sont conseillées.

Pour les autres paramètres, on considère que les critères de qualité retenus en eau douce sont valables en eau de mer. (<http://www.Ifremer.fr>)

5.2. Les mollusques (conchylicole) :

➤ Moule :

Embranchement : *mollusque*

Classe : *bivalve*

Ordre : *filibranche*

Famille : *mytilidae*

Genre, espèce : *Mytilus edulis*

Mytilus galloprovincialis

Comme tous les filtreurs la moule vit, pour l'essentiel, aux dépens des particules en suspension dans l'eau. La vitesse de filtration varie avec la taille des animaux et les conditions du milieu. Chez *M. edulis*, dans le bassin de Marennes-Oléron, cette vitesse a été estimée entre 2,3 et 2,7 litres par heure et par individu pendant la période la plus active (Février à Mai) et entre 0,5 et 1,8 litre le reste de l'année. La majeure partie des particules retenues a une taille comprise entre 3 et 10 μ , mais le pouvoir de rétention peut aller jusqu'à 0,6 μ .

L'âge de la reproduction peut être atteint dès 6 mois. Les sexes sont séparés et la fécondation externe. Sur les côtes de l'Atlantique, les pontes les plus importantes ont lieu au printemps ; de nouvelles émissions peuvent avoir lieu à l'automne.

De tous les facteurs pouvant influencer la reproduction, la température semble un des plus importants. Dans les pertuis charentais les pontes et le développement larvaire ont lieu lorsque la température se situe entre 10 et 15 °C. (<http://www.Ifremer.fr>)

➤ Huitres plates :

Embranchement : *mollusque*

Classe : *bivalve*

Ordre : *filibranche*

Famille : *ostreidae*

Genre, espèce : *Ostrea edulis*

Est une espèce à hermaphrodisme successif. Elle est généralement mâle l'automne qui suit l'année de captage, puis fonctionne comme femelle au début de la saison de reproduction suivante. Une huître femelle produit entre 500 000 et 1 500 000 œufs par saison. Ils aimantent pendant tout leur cycle de vie, les jeunes huîtres s'alimentent par deux modalités, soit sous forme directe par absorption des substances dissoutes, soit par ingestion des particules en suspension et Elle peut filtrer et retenir les bactéries du milieu.

Dans le milieu naturel la maturation est soumise à la température qui doit être supérieure à 10°C mais doit aussi permettre un nombre de degré jours suffisant pendant toute la gamétogénèse. La maturation a lieu pendant le printemps. La ponte à partir de la fin du mois de juin. La température minimale critique au-dessous de laquelle cette ponte ne peut avoir lieu, est de 14 à 16°C. L'évolution larvaire s'effectue correctement à partir de 18°C. Au-dessous de cette température, la durée de vie larvaire et la mortalité augmentent.

(<http://www.Ifremer.fr>)

➤ Huitres creuses :

Embranchement : *mollusques*

Classe : *bivalves*

Ordre : *filibranches*

Famille : *ostreidae*

Genre, espèce : *Crassostrea gigas*

L'espèce cultivée actuellement est originaire de l'Asie du Sud-Est. Cette "huître du Pacifique (dont le nom latin est *Crassostrea gigas*) se trouve maintenant cultivée dans un très grand nombre de pays au climat tempéré.

La robustesse de *Crassostrea gigas* est supérieure à celle des autres espèces. Elle peut supporter des amplitudes de températures de **-1 à 30°C**, et des salinités comprises entre 5 et 40 ‰. Ces limites peuvent même être dépassées, si les variations du milieu ne sont pas trop brutales. Pendant tout leur cycle de vie, les huîtres s'alimentent selon deux modalités, soit sous forme directe par absorption des substances dissoutes, soit par ingestion des particules en suspension. (<http://www.Ifremer.fr>)

➤ Palourde :

Embranchement : *mollusques*

Classe : *bivalves*

Ordre : *eulamellibranches*

Famille : *veneridae*

Genre, espèce : *Tapes philippinarrum*

Ruditape décussatus

La palourde est un animal qui vit enfoui et qui se déplace donc peu. Il se nourrit de phytoplancton. Ses deux siphons, inhalant et exhalant, orientent une circulation d'eau dans la cavité. La palourde rétracte ses siphons à chaque contact. Larves et adultes ont le même régime alimentaire composé d'algues phytoplanctoniques. Les sexes sont séparés et la fécondation est externe. La ponte des femelles a lieu au milieu de l'été. La meilleure période de croissance est le début du printemps. Elle est ralentie en hiver. Ce ralentissement est plus sensible pour les animaux de petite taille. (<http://www.Ifremer.fr>)

5.3. Les crustacés :

La crevette est l'un des types de fruits de mer les plus appréciés au monde. Près de 5 millions de tonnes sont consommées chaque année.

➤ **Crevette japonicus :**

Embranchement : *Arthropode*

Classe : *Malacostracé*

Ordre : *decapoda*

Famille : *penaeidae*

Genre, espèce : *Penaeus japonicus*

Espèce côtière, c'est aussi une espèce abondante en Méditerranée orientale et sur les côtes d'Afrique du Nord (Egypte). Elle vit sur des fonds vaseux ou sablo-vaseux. Riches en matières organiques. Les adultes consomment de petits éléments de la faune vagile comme mollusques, petits crustacés, annélides polychètes qu'ils détectent en partie à l'aide de leurs longues antennes. Les paramètres optimaux, Température (29°C), Salinité (20‰) et Oxygène (3mg/l). (<http://www.Ifremer.fr>)

➤ **Crevettes (vannamei et stylirostris) :**

Embranchement : *arthropodes*

Classe : *crustacés*

Ordre : *décapodes*

Famille : *peneidae*

Genre, espèces : *Penaeus stylirostris*

Penaeus vannamei

Penaeus stylirostris ses limites de présence sont définies par les températures : 18 -35°C et les salinités : 8-40 ‰.

Penaeus vannamei Ses limites de présence sont définies par les températures : 22-35°C et les salinités : 2-3 à 40 ‰.

L'alimentation est assurée par un aliment composé à raison de 5 % de la biomasse par jour et de nourriture fraîche (moules, calmars). (<http://www.Ifremer.fr>)

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

1. Moyens :

Nous allons présenter quelques caractéristiques des images satellitaires MODIS. Le choix de source de données à utiliser dépend des objectifs soulignés et des moyens mis en disposition. Un inventaire des différents capteurs disponibles, notre choix est porté sur l'instrument MODIS-aqua comme outil principal de notre étude. Ce choix préférentiel des données fournis par MODIS-aqua se justifie par une très bonne résolution spectrale.

1.1. Acquisition des données :

Il existe plusieurs moyens d'accès aux données MODIS à travers : EARTH EXPLORER, GLOVIS, LP DAAC Data Pool, MRTWEB, la liste et les accès sont donnés dans le site suivant : (https://lpdaac.usgs.gov/get_data)

❖ Accède aux données : en trois étapes :

- Première étape : on définit les paramètres suivants :
 - la localisation : donner les coordonnées de la zone ou point, ou bien simplement le nom du lieu recherché (*Place Name*) ;
 - le produit : taper le code (voir liste des produits MODIS) dans la rubrique
 - l'intervalle de temps : date du début et la fin de la période requise.
- La deuxième étape permet de sélectionner les types de produits disponibles :
- La troisième étape permet d'obtenir les « granules », c'est-à-dire les données disponibles, sous forme de liste, ou sous forme cartographique. Dans la liste des « granules », choisir les données à télécharger, et les mettre dans le panier. Pour chaque produit, on trouve les sous-répertoires des dates d'enregistrement, de février 2000 à 2014.

❖ Manipulation des images MODIS à l'aide du logiciel ENVI pour le géoréférencement :

Il faut au préalable télécharger le fichier **modis_conversion_toolkit.sav** qui va permettre de rajouter une option supplémentaire dans le menu d'ouverture des fichiers MODIS. Ceci va permettre de géoréférencer automatiquement les données standard MODIS, et/ou faire une re-projection géographique (ce qui constitue une alternative à l'utilisation de l'outil *Modis Reprojection Tool* MRTWEB). Accès par le lien suivant : (<http://www.exelisvis.com/Default.aspx?tabid=1540&id=1193>)

Les données images « couleur et température de surface de la mer » utilisées sont de données issues du capteur MODIS. Elles sont fournies par le Goddard Space Flight Center (GSFC) de la NASA (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>) en format *.hdf* (*HierarchicalDataFormat*) et sont réparties sur 3 années (2011, 2012 et 2013).

1.1.1. Le capteur MODIS :

Le spectroradiomètre imageur à résolution moyenne (MODIS) est l'un des capteurs les plus perfectionnés actuellement utilisés pour une large gamme d'applications d'observation des terres, des océans et de l'atmosphère. Il est installé à bord des satellites Terra et Aqua, fréquemment utilisés : (<http://modis.gsfc.nasa.gov/>)

Il permet des observations sur 36 canaux spectraux dont la résolution spatiale varie de 250m à 1Km. Les canaux 1 (B1, VIS) et 2 (B2, proche infrarouge NIR, 0,85µm) du MODIS sont disponibles à une résolution spatiale de 250 m. Cinq canaux du MODIS conçus pour des applications sur les terres (bandes B3 à B7) sont disponibles à une résolution spatiale de 500m. Les vingt-neuf autres canaux ont une résolution de 1Km.

Les produits MODIS (images) sur la couleur et la température de surface des océans, peuvent être obtenus par le biais de l'OCDPS (Ocean Colour Data Processing System) du GSFC (Goddard Space Flight Center) à travers les sites internet . Les utilisateurs qui disposent d'un émetteur-récepteur en bande x peuvent capter directement des données régionales émises par le satellite en utilisant le signal de communication directe MODIS. Les données sont accessibles gratuitement et constituent une excellente source d'information pour évaluer les inondations, les incendies, le couvert végétal et les conditions océaniques et atmosphériques de la région.

Caractéristiques des images MODIS :

- Date de lancement : 18 décembre 1999 pour le satellite **TERRA** et le 04 mai 2002 pour le satellite **AQUA** ;
 - Altitude des satellites : 705km ;
 - Durée de vie : approximativement 6ans ;
 - Nombre de bandes spectrales : 36
 - Résolution spatiale :
 - 250 m (bandes 1 et 2)
 - 500 m (bandes 3 à 7)
 - 1000 m (bandes 8 à 36)
 - Largeur de la fauchée : 2330km ;
 - Méthode de balayage : à faisceau transversal ;
 - Délai de ré-observation : 1 à 2 jours
- (<http://modis.gsfc.nasa.gov/>)

Tab n° 3 : Quelques spécifications techniques MODIS (<http://modis.gsfc.nasa.gov/>) :

Usage principale	Bandes	Largeur de bande (µm)	Résolution spatiale au nadir
Limites Terre/nuages	1	0.620 - 0.670	250 m
	2	0.841 - 0.876	
Propriétés Terre/nuages	3	0.459 - 0.479	500 m
	4	0.545 - 0.565	
	5	1.230 - 1.250	
	6	1.628 - 1.652	
	7	2.105 - 2.155	

Couleur des océans/ Phytoplancton/ Biogéochimie	8	0.405 - 0.420	1000 m
	9	0.438 - 0.448	
	10	0.483 - 0.493	
	11	0.526 - 0.536	
	12	0.546 - 0.556	
	13	0.662 - 0.672	
	14	0.673 - 0.683	
	15	0.743 - 0.753	
Vapeur d'eau atmosphérique	16	0.862 - 0.877	1000 m
	17	0.890 - 0.920	
	18	0.931 - 0.941	
Température surface/nuages	19	0.915 - 0.965	1000 m
	20	3.660 - 3.840	
	21	3.929 - 3.989	
	22	3.929 - 3.989	
Température atmosphérique	23	4.020 - 4.080	1000 m
	24	4.433 - 4.598	
Nuages Cirrus	25	4.482 - 4.549	1000 m
	26	1.360 - 1.390	
Vapeur d'eau	27	6.535 - 6.895	1000 m
	28	7.175 - 7.475	
	29	8.400 - 8.700	
Ozone	30	9.580 - 9.880	1000 m
Température surface/nuages	31	10.780 - 11.280	1000 m
	32	11.770 - 12.270	
Altitude du couvert nuageux	33	13.185 - 13.485	1000 m
	34	13.485 - 13.785	
	35	13.785 - 14.085	
	36	14.085 - 14.385	

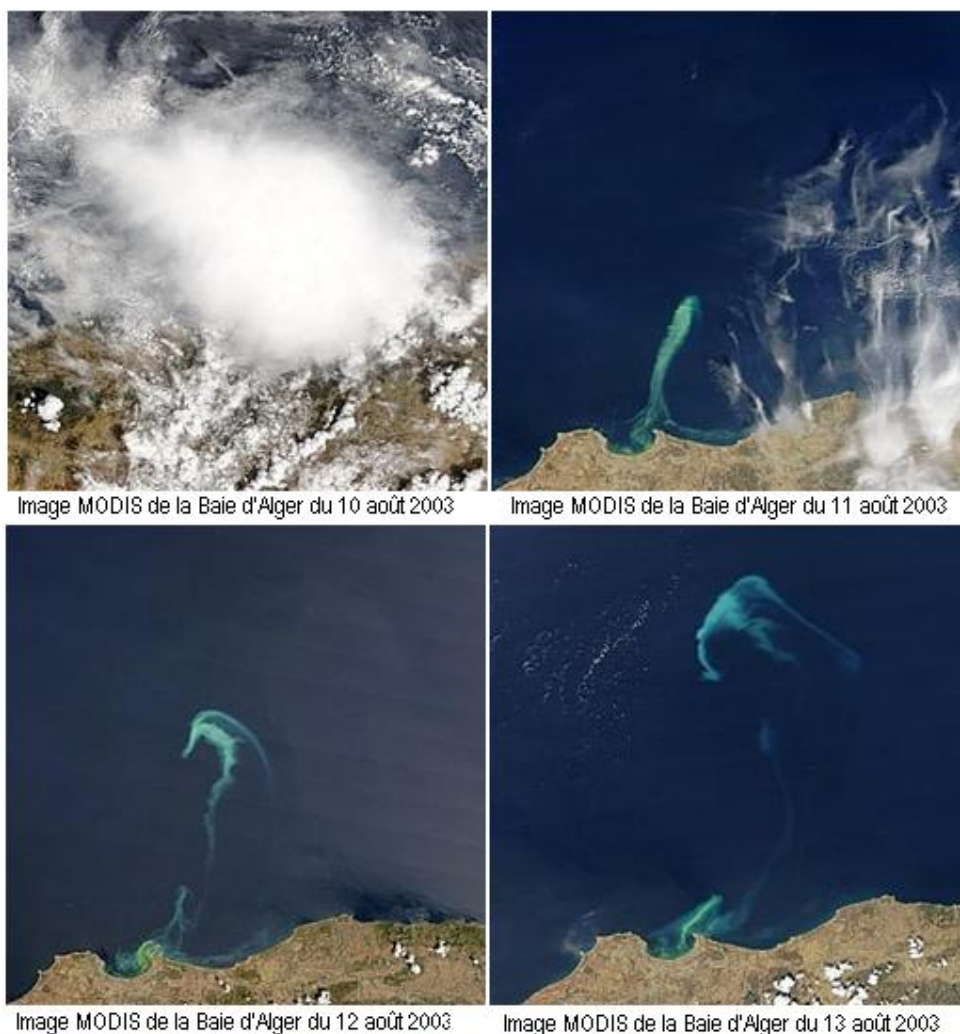


Fig n° 8 : Naissance, développement et disparition d'un mauvais bloom phytoplanktonique sur le littoral algérois.

Séquences d'images MODIS sur la Baie d'Alger (images du 10 au 13 août 2003)
(Source : <http://modis.gsfc.nasa.gov/>)

Les fortes pluies du 10 août 2003 sur les zones littorales du centre du pays, ont charrié vers les eaux côtières à travers Oued El Harrach, de grandes quantités de substances nutritives. Ces substances ont permis le développement de plantes marines microscopiques, appelées phytoplancton. Le phytoplancton a poussé en quantité jusqu'à devenir visible à partir de l'espace.

Les images ci-dessus montrent le bloom à différentes étapes de sa vie. Le bloom comme celui-ci a une durée de vie très courte, parce que les réserves de nutriments sont limitées.

1.1.2. Logiciel SeaDAS :

SeaDAS (SeaWiFS Data Analysis System) est un logiciel qui a été développé par la NASA pour visualiser, traiter, analyser et contrôler la qualité de tous les produits de SeaWiFS, ainsi que des produits issus de ADEOS / OCTS (Advanced Earth Observing Satellite / Ocean Color and Temperature Scanner, Japon), MOS (Modular Optoelectronic Scanner, Allemagne) et CSCZ (Coastal Zone Color Scanner, NASA). Il permet aussi la visualisation des produits “océaniques” de MODIS, ainsi que des fichiers contenant la température de surface des océans d’AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer, NOAA).

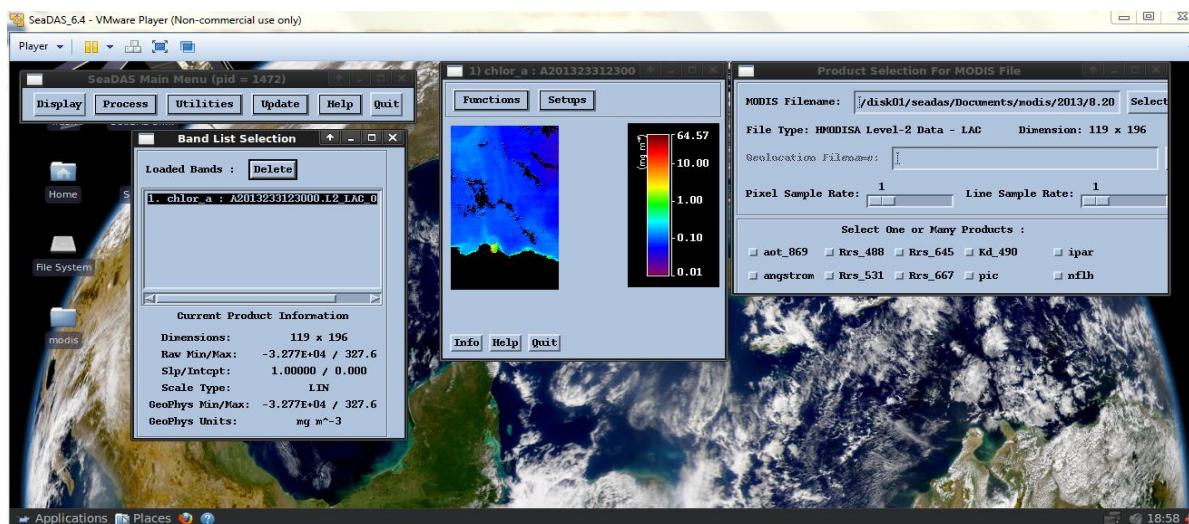


Fig n°9 : La présentation de logiciel SeaDAS.

1.1.3. SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity satellite) :

Tab n° 4 : Les Caractéristiques de satellite SMOS :
(http://www.cesbio.ups-tlse.fr/fr/smos/smos_objectifs.html)

Caractéristiques	
Organisation	ESA
Domaine	Étude de l'humidité des sols et de la salinité des océans
Masse	670 kg
Lancement	2 novembre 2009
Durée de vie	3 ans
Autres noms	Soil Moisture and Ocean Salinity
Orbite	Orbite héliosynchrone circulaire
Périapside	687 km
Index NSSDC	2009-059A
Site	www.esa.int/esaLP/LPsmos.html

Le satellite SMOS utilise la plateforme standardisée de petite taille Proteus (c'est le 5e exemplaire) réalisée par le maître d'œuvre Thales Alenia Space, dans l'établissement de Cannes. Il pèse 658Kg, dont 275Kg pour le bus, 355Kg pour la charge utile.

L'objectif de la mission SMOS est de fournir des cartes d'Humidité des Sols (Soil Moisture : SM) et de Salinité des Océans (Ocean Salinity : OS). SM et OS sont toutes deux des variables clés du suivi du climat, des transferts surface / végétation / atmosphère, et des cycles océan / atmosphère. (www.esa.int/esaLP/LPsmos.html)

1.1.4. Logiciel McIDAS-V :

Nous avons utilisé Logiciel McIDAS-V pour lire les valeurs de salinités à partir des images qu'on a extraites dans le site internet de l'Agence Spatiale Européenne (ASE).

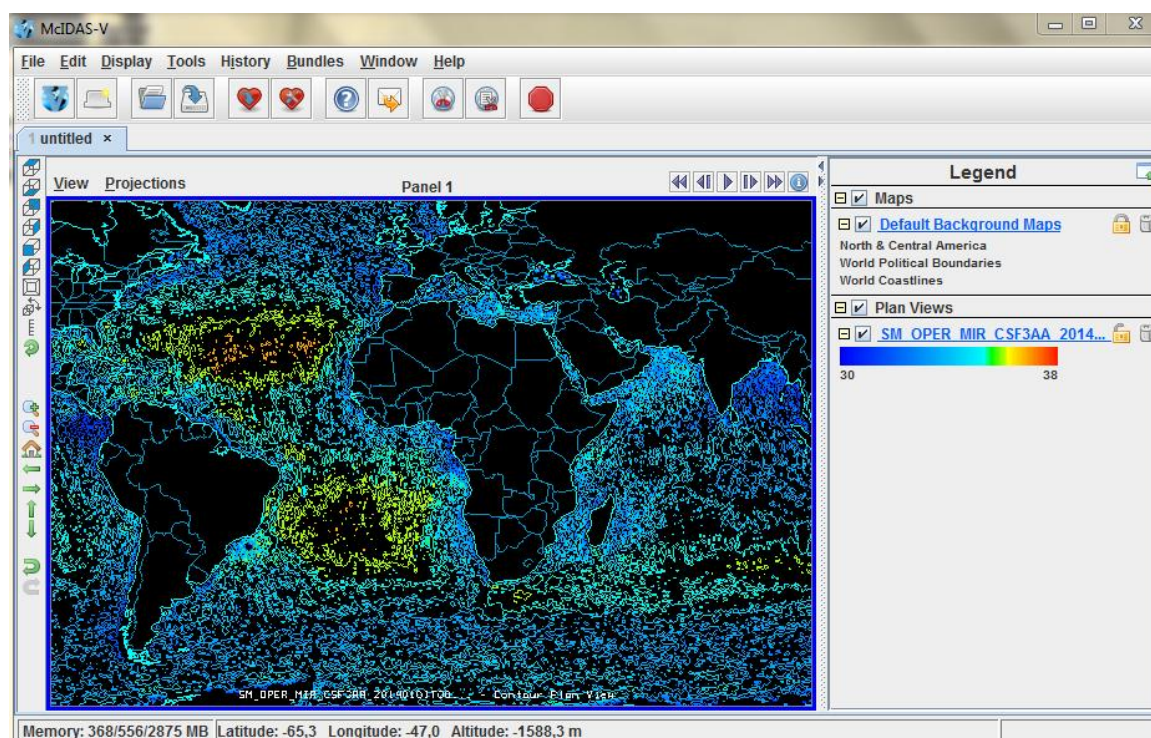


Fig n°10 : Logiciel McIDAS-V.

1.2. Traitement des données :

1.2.1. Données MODIS :

Les données MODIS de niveau 2 (L2) sont livrées par ftp en format *.hdf* (*Hierarchical DataFormat*) qui est le format standard de données de Goddard Space Flight Center (GSFC) de la NASA.

Lors de la première phase de traitement des produits L2 de température de la surface de l'eau, le logiciel *SeaDAS* 6.4 a été employé afin de visualiser et d'extraire des produits de niveau 2 contenant :

- **Pour les données de température de la surface (SST) :** SST (Sea Surface Temperature).

La mesure de la température de la surface de la mer est probablement l'activité de télédétection la plus couramment utilisée en océanographie puisqu'il s'agit d'une des deux propriétés physiques de base qui contribuent à caractériser les masses d'eau, la seconde étant la salinité.

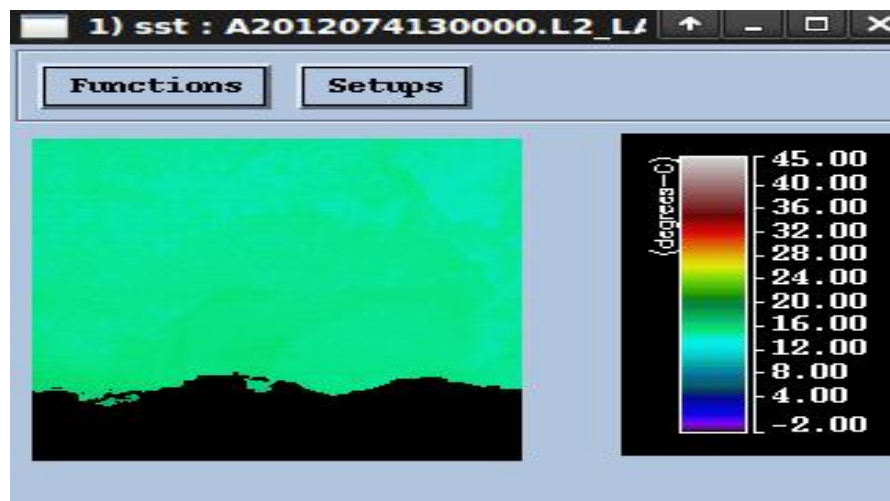


Fig n°11 : Répartition des différentes températures (image capturée par MODIS traitée par SeaDAS).

- **Pour les données de la chlorophylle :** le coefficient d'atténuation diffuse à 490 nm, K_{490} , iii) les radiances normalisées quittant l'eau (*normalized water-leaving radiances*).

La télédétection de la chlorophylle (télédétection optique) permet d'obtenir les concentrations en chlorophylle, avec certains avantages : une fréquence élevée (quasiment journalière), une résolution spatiale élevée (quelques centaines de mètres à quelques Km). La concentration en chlorophylle étant un indicateur universel de la biomasse phytoplanctonique, on comprend que ce type de mesures présente des intérêts multiples : compréhension du fonctionnement des écosystèmes, meilleure gestion de la pêche, étude du devenir du CO₂ dans l'atmosphère et dans l'océan.

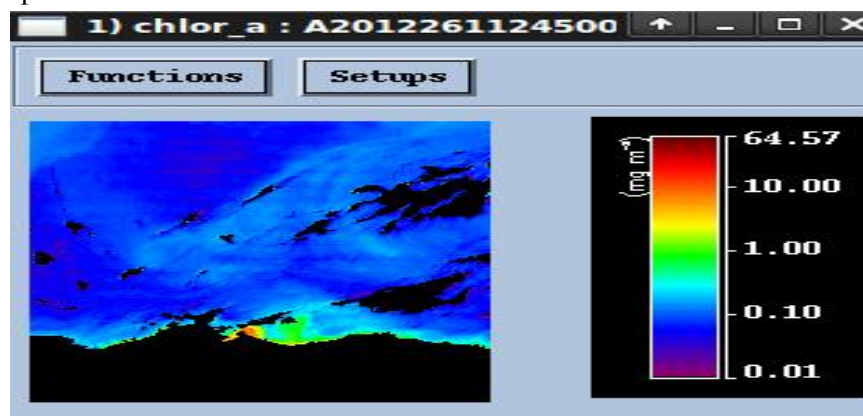


Fig n° 12 : Répartition des différentes concentrations de la chlorophylle (image capturée par MODIS traitée par SeaDAS).

1.2.2. Données SMOS :

Pour l'étude de l'humidité des sols et de la salinité des océans. Nous avons extraire les images SMOS dans le site internet de l'Agence Spatiale Européenne (ESA).

- **Objectifs de la mission :**

L'objectif scientifique de cette mission est d'obtenir à l'échelle globale une meilleure estimation de l'humidité des sols et de la salinité des océans. Sur les terres émergées, il s'agit d'estimer l'humidité de surface afin de renseigner les modèles de circulation générale et décrire les conditions aux limites pour les modèles d'hydrologie à grande échelle. Les analyses de sensibilité montrent l'importance de la connaissance précise de l'humidité de surface pour la reconstruction des champs de précipitation.

De nouvelles approches permettent en plus d'estimer le contenu en eau de la zone racinaire. Enfin l'utilisation des caractéristiques multi-angulaires et bi-polarisées de SMOS permettront de quantifier le contenu en eau de la végétation. Il n'existe actuellement aucune autre méthode fiable pour mesurer l'humidité de surface par satellite.

Sur les surfaces océaniques, il s'agit d'estimer la salinité de l'eau qui est une variable importante pour la dynamique de la circulation océanique et le couplage océan/atmosphère.

Le lancement a été réalisé nominalelement le 2 Novembre 2009, la durée de vie de l'instrument est de 5 ans. En janvier 2010, une revue de fin de recette en vol fonctionnelle du système SMOS a validé le passage en exploitation du système.

En Mai 2010, une revue de fin de calibration et de validation des données scientifiques SMOS a eu lieu ce qui autorise la distribution aux utilisateurs des produits scientifiques.

Les produits SMOS de niveau 3 sont disponibles depuis 2010. (http://www.cesbio.ups-tlse.fr/fr/smos/smos_objectifs.html)

2. La méthode d'acquisition des données par contrôle sur le terrain :

a. Le bateau (Ould Omar) :

Le port de zemmouri Elbahri c'est le point de départ de bateau (débarqué/embarqué).

Le bateau porte six ouvriers (distributeurs d'aliments), un plongeur, un commandant de bord, un technicien supérieur et un ingénieur en aquaculture.



Phot n°1 : Prélèvement des échantillons a l'aide de bateau (Ould Omar).

b. La bouteille de prélèvement (Vanveen) : Les prélèvements de l'eau ont été réalisés à l'aide des bouteilles en plastique pour les échantillons de l'eau de mer à des profondeurs différentes.

Avant le remplissage, chaque flacon a été étiqueté avec toutes les informations (numéros des stations, la date et pour quelle analyse ...) puis rincée deux fois avec l'eau de mer.

Les échantillons ont été transportés au niveau du laboratoire de l'ENSSMAL (Daly-Brahim). Le pH, S, T°, O dissous et la turbidité a été mesuré sur le terrain.



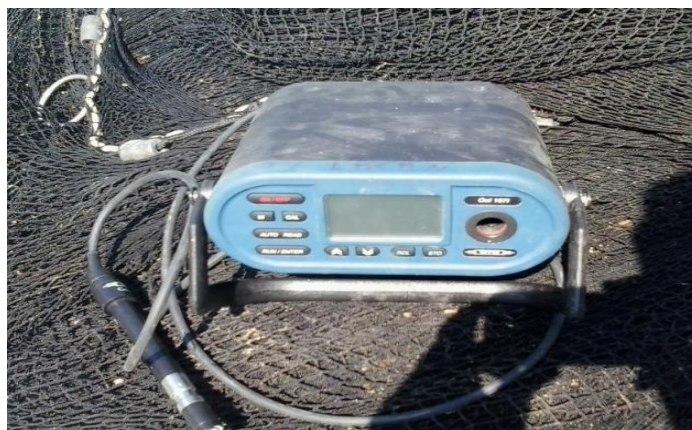
Phot n°2 : La bouteille de prélèvement (Vanveen).

c. La valise multi paramètre contient :

- **Conductimètre :** est un appareil de mesure de salinité.

Pour la mesure de la salinité on a utilisé un conductimètre (marque WTW).

La sonde de conductimètre est plongée dans l'échantillon et la valeur indiquée est notée en (PSU). (La sonde est rincée avec l'eau distillée après chaque mesure pour éviter la contamination des échantillons).



Phot n°3 : Conductimètre

- **Oxymètre :** appareil mesure la teneur en oxygène dissous.

Au niveau de notre zone d'étude, la détermination de l'oxygène dissous a été mesurée par un OXYMETRE de terrain (type OXI/WTW 197).



Phot n° 4 : Oxymètre

- **pH-mètre** : appareil mesure le PH.

Pour la mesure in situ de pH : grâce d'un pH-mètre de terrain (de type : pH/MV mètre, WTW 197).



Phot n°5 : pH-mètre

- **Thermomètre** : nous avons utilisé plusieurs appareils pour mesurer la température le pH- mètre, conductimètre et oxymètre.
- **Turbidimètre** : mesure la turbidité



Phot n°6 : Turbidimètre

- **Appareil Multi Paramètre** : appareil qui mesure plusieurs paramètres (température, salinité, oxygène dissous et le pH)



Phot n°7 : Appareil multi paramètre

- d. **La glacière contient 36 flacons vides** : chaque échantillon de l'eau prélevé en remplira six flacons avec l'entonnoir.



Phot n°8 : La glacière avec 36 flacons vides

Chapitre III : résultats et discussions

1. Résultats de MODIS et SMOS :

1.1. La température(SST) :

- Les résultats de la température de la Wilaya de Boumerdès (les quatre zones d'étude Boumerdès, Zemmouri, Bomberak et Dellys) de l'année 2011 :

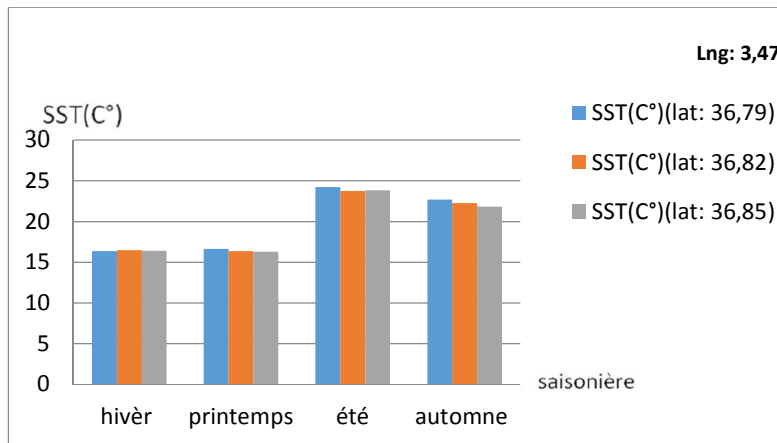


Fig n°13 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2011) à Boumerdès.

- Ce graphe représente un profil de températures de la surface de la mer au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km de la zone de Boumerdès (de la côte vers le large). On constate que la température minimale présentée en Hiver est de 16.28°C et le maximum des températures est enregistré en Eté avec une valeur de 24.24°C.

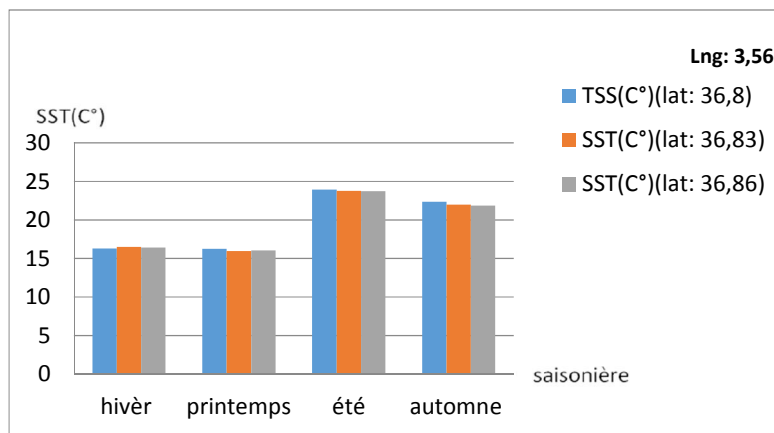


Fig n°14 : empératures de la surface de la mer en fonction des saisons (2011) à Zemmouri.

- Ce graphe représente un profil de températures de la surface de la mer au niveau de 03 stations d'une radiale de 5km de la zone de Zemmouri (de la côte vers le large). On constate que la température minimale présentée en Hiver est de 15.97°C et le maximum des températures est enregistré en Eté avec une valeur de 23.94°C.

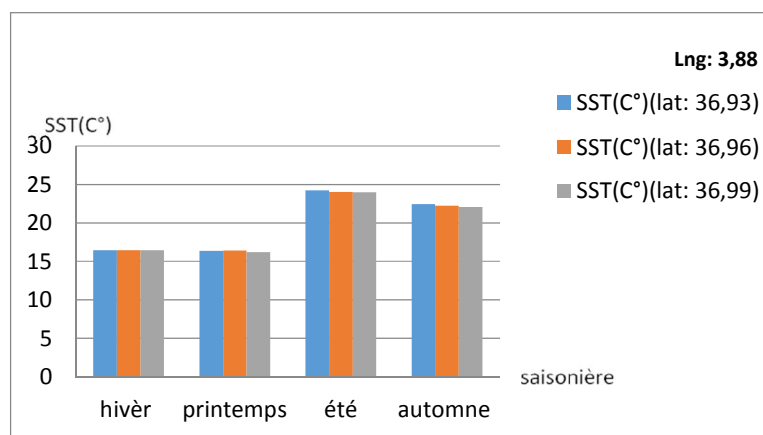


Fig n°15 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2011) à Dellys.

- Ce graphe représente un profil de températures de la surface de la mer au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km de la zone de Dellys (de la côte vers au large). On constate que la température minimale présentée en Hiver est de 16.19°C et le maximum des températures est enregistré en Eté avec une valeur de 24.24°C.

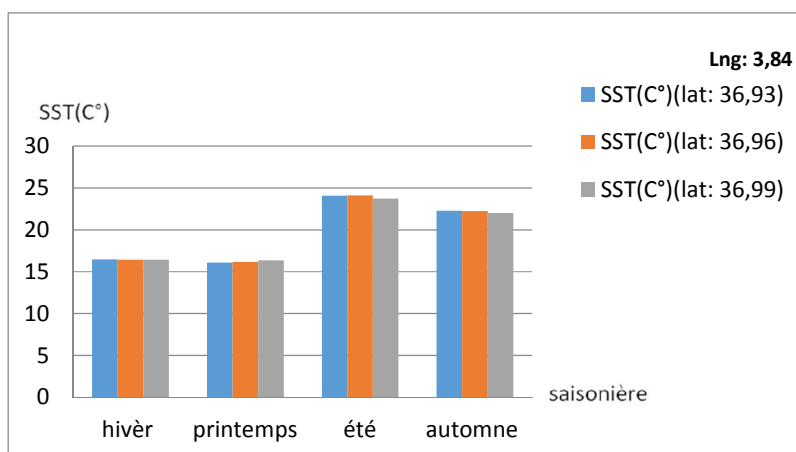


Fig n°16 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2011) à Bomberak.

- Ce graphe représente un profil de températures de la surface de la mer au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km de la zone de Bomberak (de la côte vers le large). On constate que la température minimale est présente en Hiver est de 16.08°C et le maximum des températures est enregistré en Eté avec valeur de 24.73°C.

Remarque : une similarité entre toutes les zones (proximité des valeurs) ; notée pour chacune des saisons.

• Les résultats de la température de la Wilaya de Boumerdès (les quatre zones d'étude Boumerdès, Zemmouri, Bomberak et Dellys) de l'année 2012 :

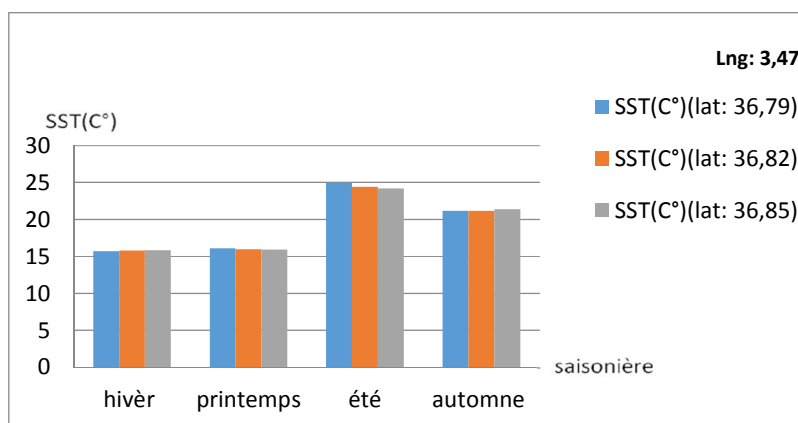


Fig n°17 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2012) à Boumerdès.

- Ce graphe représente un profil de températures de la surface de la mer au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km de la zone de Boumerdès (de la côte vers le large). On constate que la température minimale présentée en Hiver est de 15.74°C et le maximum des températures sont enregistrés en Eté avec une valeur de 24.97°C.

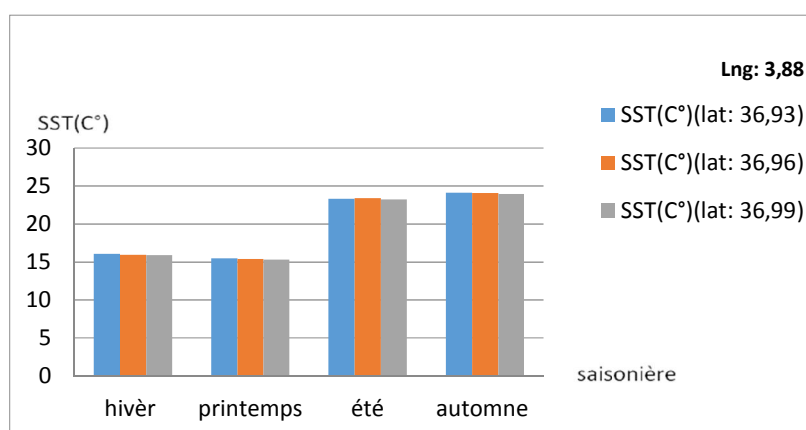


Fig n°18 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2012) à Zemmouri.

- Ce graphe représente un profil de températures de la surface de la mer au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km de la zone de Zemmouri (de la côte vers le large). On constate que la température minimale présentée en Hiver est de 15.72°C et le maximum des températures sont enregistrés en Eté avec une valeur de 24.61°C.

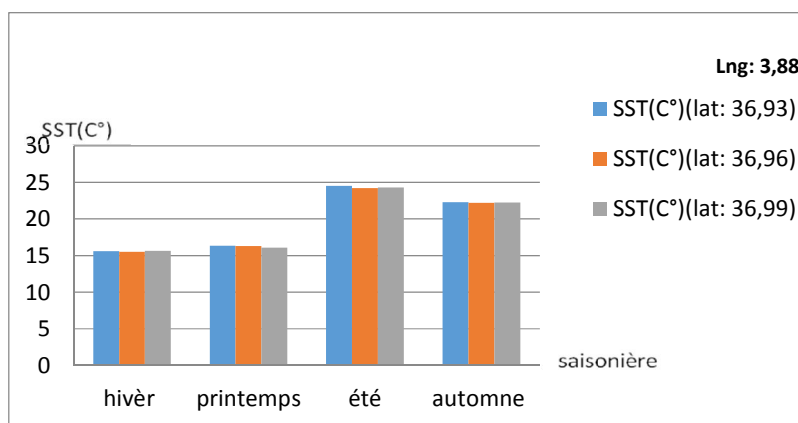


Fig n°19 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2012) à Dellys.

- Ce graphe représente un profil de températures de la surface de la mer au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km de la zone de Dellys (de la côte vers le large). On constate que la température minimale présentée en Hiver est de 15.53°C et le maximum des températures sont enregistrés en Eté avec une valeur de 24.52°C.

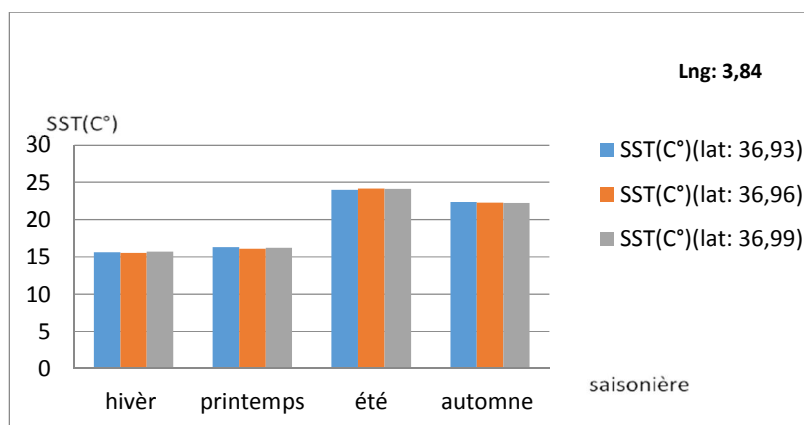


Fig n° 20 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2012) à Bomberak.

- Ce graphe représente un profil de températures de la surface de la mer au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km (de la côte vers le large) de la zone de Bomberak. On constate que la température minimale est présente en Hiver est de 15.54°C et le maximum des températures est enregistré en Eté avec une valeur de 24.17°C.

Remarque : une similarité entre toutes les zones (proximité des valeurs) ; notée pour chacune des saisons.

• **Les résultats de la température de la Wilaya de Boumerdès (les quatre zones d'étude Boumerdès, Zemmouri, Bomberak et Dellys) de l'année 2013 :**

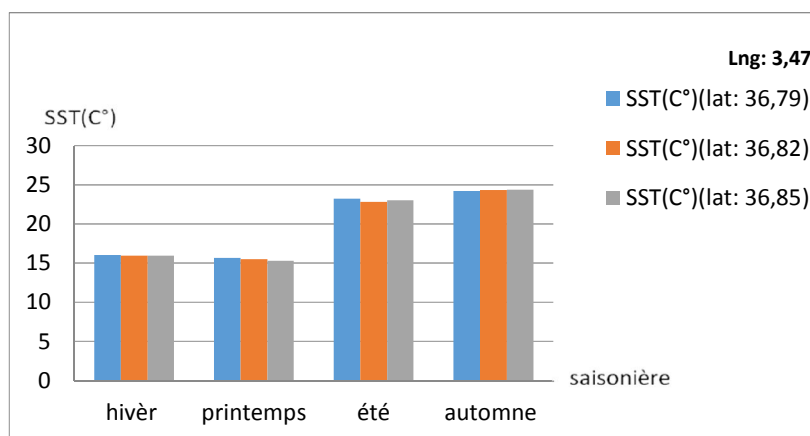


Fig n°21 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2013) à Boumerdès.

- Ce graphe représente un profil de températures de la surface de la mer au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km (de la côte vers le large) de la zone de Boumerdès. On constate que la température minimale est présente en printemps est de 15.51°C et le maximum des températures est enregistré en automne avec une valeur de 24.38°C.

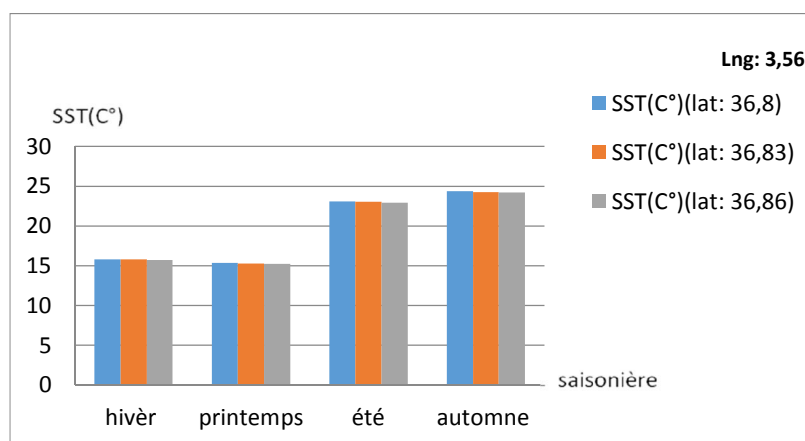


Fig n°22 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2013) à Zemmouri.

- Ce graphe représente un profil de températures de la surface de la mer au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km (de la côte vers le large) de la zone de Zemmouri. On constate que la température minimale est présente en printemps est de 15.26°C et le maximum des températures est enregistré en automne avec une valeur de 24.24°C.

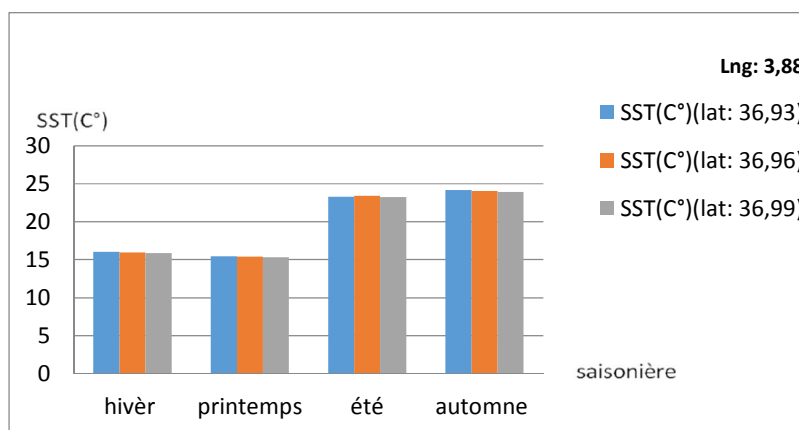


Fig n°23 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2013) à Dellys.

- Ce graphe représente un profil de températures de la surface de la mer au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km (de la côte vers le large) de la zone de Dellys. On constate que la température minimale est présente en printemps est de 15.32°C et le maximum des températures est enregistré en automne avec une valeur de 24.14°C.

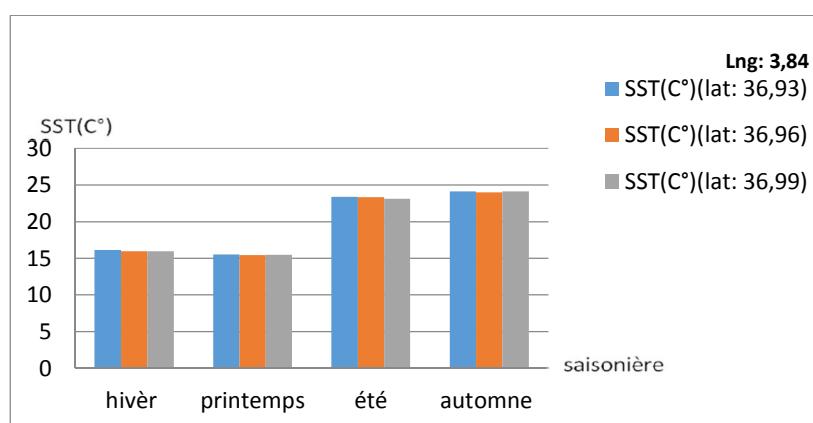


Fig n°24 : Températures de la surface de la mer en fonction des saisons (2013) à Bomberak.

- Ce graphe représente un profil de températures de la surface de la mer au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km (de la côte vers le large) de la zone de Bomberak. On constate que la température minimale est présente en printemps est de 15.41°C et le maximum des températures est enregistré en c avec une valeur de 24.14°C.

Remarque : une similarité entre toutes les stations (proximité des valeurs) ; notée pour chacune des saisons.

1.2. La chlorophylle (Chl) :

- **Les résultats de la chlorophylle de la Wilaya de Boumerdès (les quatre zones d'étude Boumerdès, Zemmouri, Bumberak et Dellys) de l'année 2011 :**

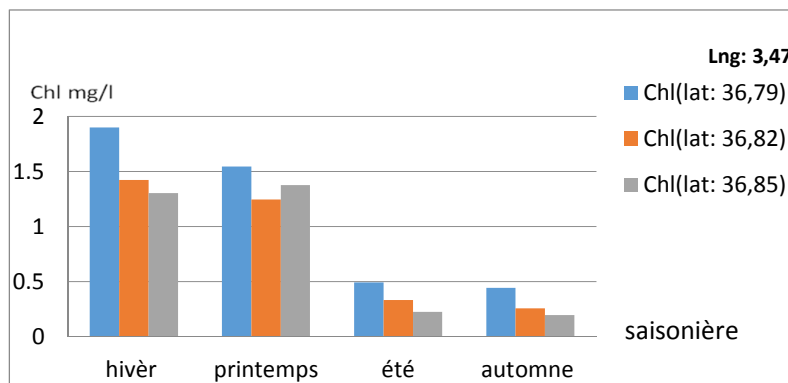


Fig n°25 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2011) à Boumerdès.

- Ce graphe représente un profil de la concentration de la chlorophylle au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km (de la côte vers le large) de la zone de Boumerdès. On constate que la concentration minimale est présente en Eté est de 0.19mg/l et le maximum de la concentration est enregistré en Hiver est de 1.9mg/l. En estimant une concentration très élevée auprès de la côte, durant toute l'année.

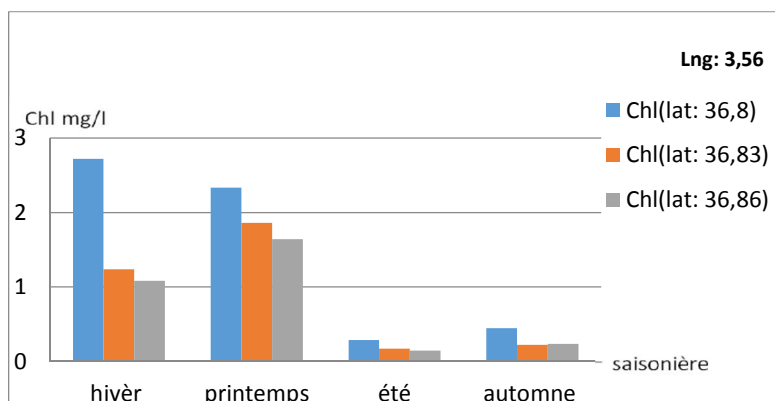


Fig n°26 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2011) à Zemmouri.

- Ce graphe représente un profil de la concentration de la chlorophylle au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km (de la côte vers le large) de la zone de Zemmouri. On constate que la concentration minimale est présente en Eté est de 0.14mg/l et le maximum de la concentration est enregistré en Hiver avec une valeur de 2.72mg/l. En estimant une concentration très élevée auprès de la côte, durant toute l'année.

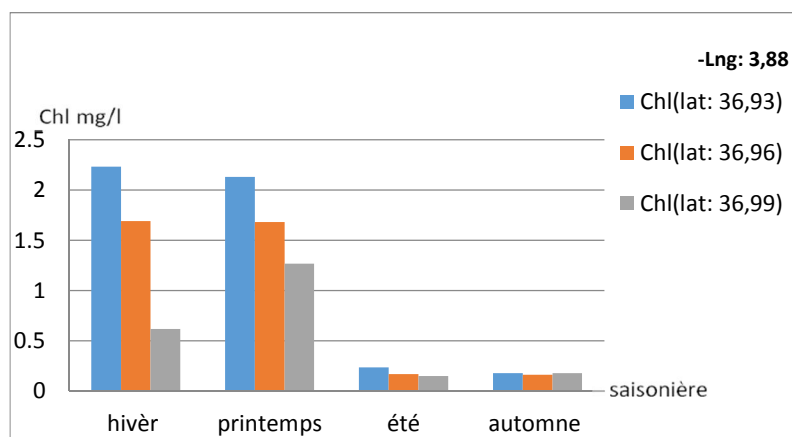


Fig n°27 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2011) à Dellys.

- Ce graphe représente un profil de la concentration de la chlorophylle au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km (de la côte vers le large) de la zone de Dellys. On constate que la concentration minimale est présente en Été est de 0.14mg/l et le maximum de la concentration est enregistré en Hiver avec une valeur de 2.23mg/l. En estimant une concentration très élevée auprès de la côte, durant toute l'année.

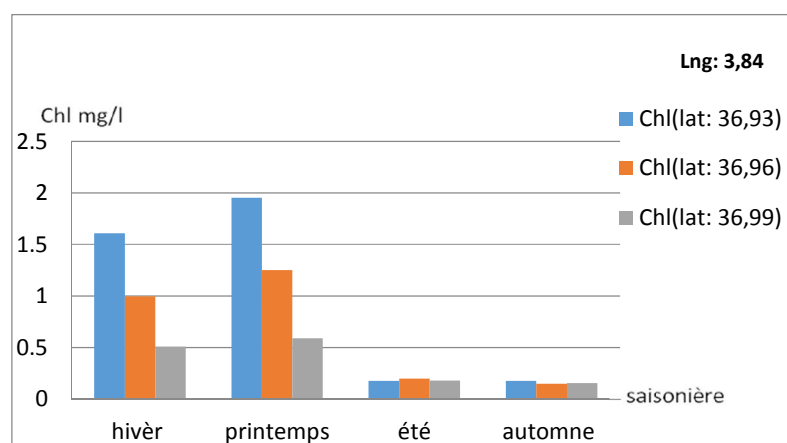


Fig n°28 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2011) à Bomberak.

- Ce graphe représente un profil de la concentration de la chlorophylle au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km (de la côte vers le large) de la zone de Bomberak. On constate que la concentration minimale est présente en automne est de 0.14mg/l et le maximum de la concentration est enregistré au Printemps avec une valeur de 1.95mg/l. En estimant une concentration très élevée auprès de la côte, durant toute l'année.

Remarque : -Variation notée d'une zone à une autre.

-Concentration élevée auprès de la côte.

Les résultats de la chlorophylle de la Wilaya de Boumerdès (les quatre zones d'étude Boumerdès, Zemmouri, Bomberak et Dellys) de l'année 2012 :

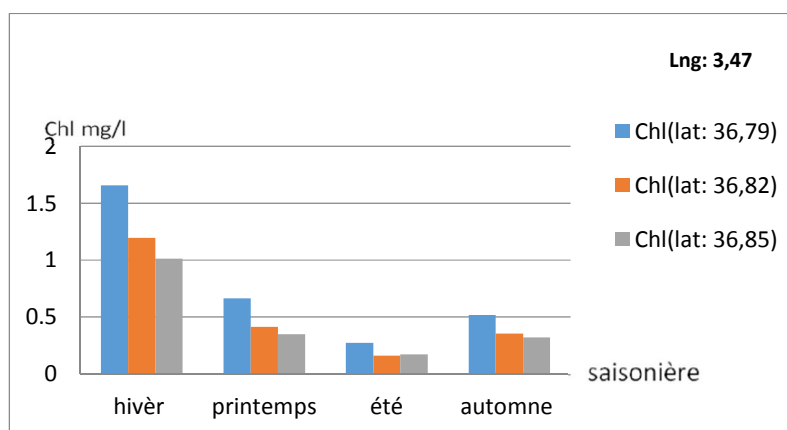


Fig n° 29 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2012) à Boumerdès.

- Ce graphe représente un profil de la concentration de la chlorophylle au niveau de 03 stations d'une radiale de 5km (de la côte vers le large) de la zone de Boumerdès. On constate que la concentration minimale est présente en Eté est de 0.15mg/l et le maximum de la concentration est enregistré en Hiver avec une valeur de 1.65mg/l. En estimant une concentration très élevée auprès de la côte, durant toute l'année.

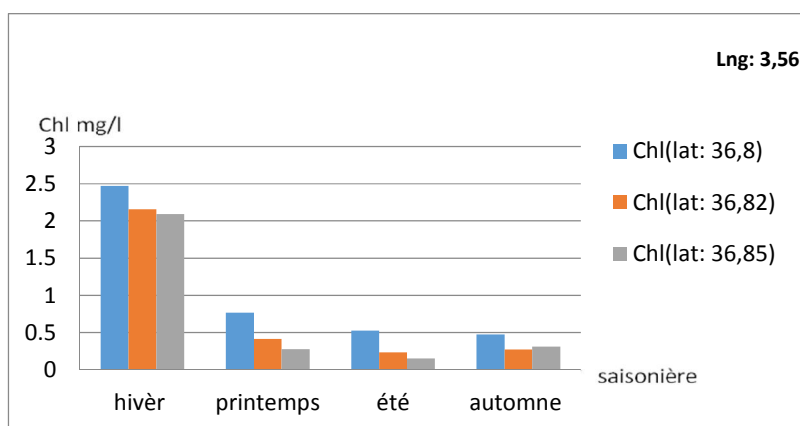


Fig n°30 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2012) à Zemmouri.

- Ce graphe représente un profil de la concentration de la chlorophylle au niveau de 03 stations d'une radiale de 5km (de la côte vers le large) de la zone de Zemmouri. On constate que la concentration minimale est présente en Eté est de 0.15mg/l et le maximum de la concentration est enregistré en Hiver avec une valeur de 2.46mg/l. En estimant une concentration très élevée auprès de la côte, durant toute l'année.

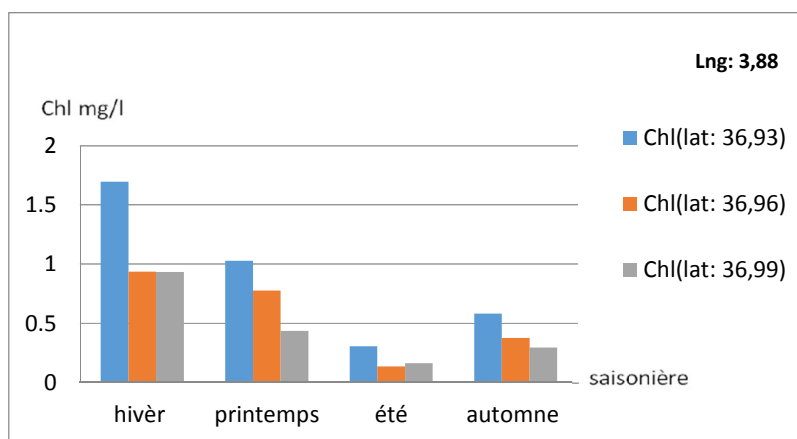


Fig n°31 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2012) à Dellys.

- Ce graphe représente un profil de la concentration de la chlorophylle au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km (de la côte vers le large) de la zone de Dellys. On constate que la concentration minimale est présente en Eté est de 0.13mg/l et le maximum de la concentration est enregistré en Hiver avec une valeur de 1.69mg/l. En estimant une concentration très élevée auprès de la côte, durant toute l'année.

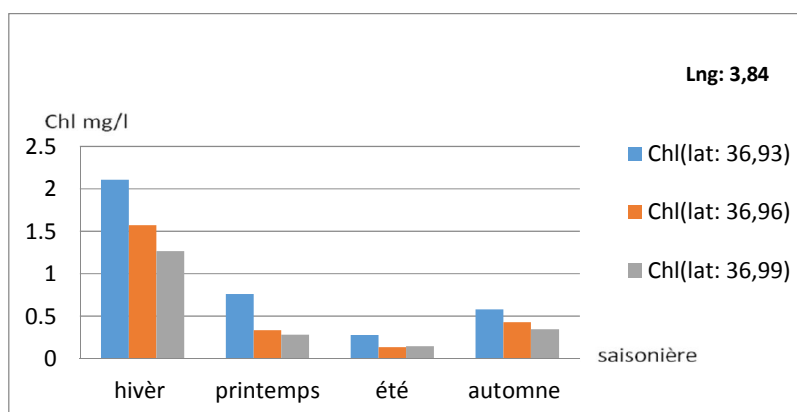


Fig n°32 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2012) à Bomberak.

- Ce graphe représente un profil de la concentration de la chlorophylle au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km (de la côte vers le large) de la zone de Bomberak. On constate que la concentration minimale est présente en Eté et elle est de 0.13mg/l et le maximum de la concentration est enregistré en Hiver avec une valeur de 2.10mg/l. En estimant une concentration très élevée auprès de la côte, durant toute l'année.

Remarque : -Concentration élevée auprès de la cote.

-Variation notée d'une zone à une autre.

- **Les résultats de la chlorophylle de la Wilaya de Boumerdès (les quatre zones d'étude Boumerdès, Zemmouri, Bomberak et Dellys) de l'année 2013 :**

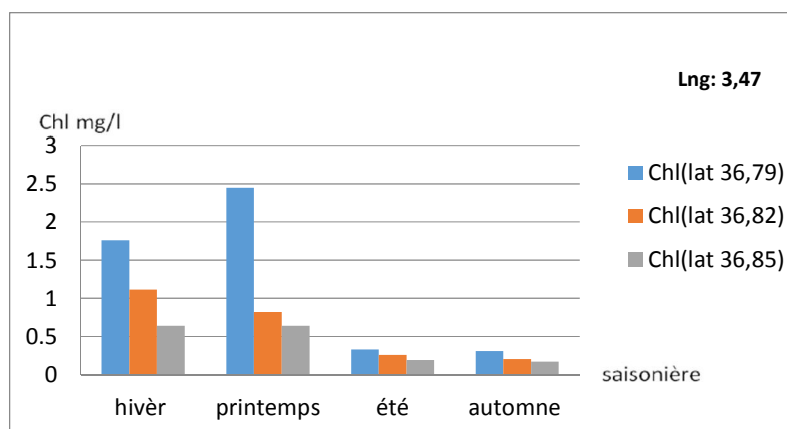


Fig n°33 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2013) à Boumerdès.

- Ce graphe représente un profil de la concentration de la chlorophylle au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km (de la côte vers le large) de la zone de Boumerdès. On constate que la concentration minimale est présente en Eté est de 0.16mg/l et le maximum de la concentration est enregistré au Printemps avec une valeur de 2.44mg/l. En estimant une concentration très élevée auprès de la côte, durant toute l'année.

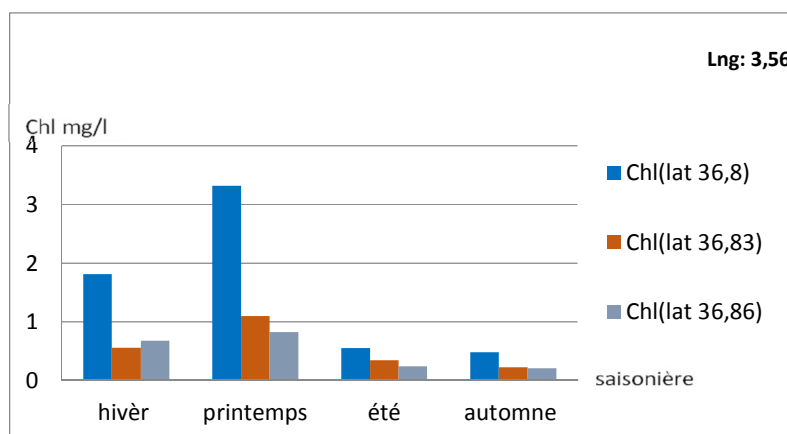


Fig n°34 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2013) à Zemmouri.

- Ce graphe représente un profil de la concentration de la chlorophylle au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km (de la côte vers le large) de la zone de Zemmouri. On constate que la concentration minimale est présente en Eté est de 0.21mg/l, et le maximum de la concentration est enregistré au Printemps avec une valeur de 3.31mg/l. En estimant une concentration très élevée auprès de la côte, durant toute l'année.

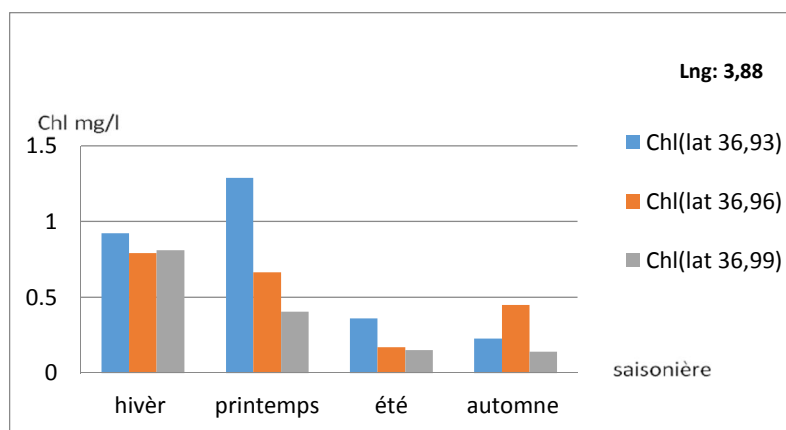


Fig n°35 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2013) à Dellys.

- Ce graphe représente un profil de la concentration de la chlorophylle au niveau de 03 stations d'une radiale de 5km (de la côte vers le large) de la zone de Dellys. On constate que la concentration minimale est présente en Eté est de 0.14mg/l, et le maximum de la concentration est enregistré au Printemps avec une valeur de 1.28mg/l. En estimant une concentration très élevée auprès de la côte, durant toute l'année

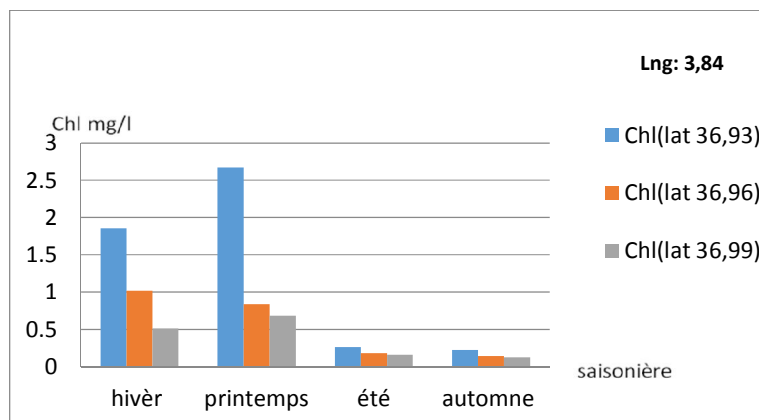


Fig n°36 : Concentration de la chlorophylle en fonction des saisons (2013) à Bomberak.

- Ce graphe représente un profil de la concentration de la chlorophylle au niveau de 03 stations d'une radiale de 5Km (de la côte vers le large) de la zone de Bomberak. On constate que la concentration minimale est présente en Eté est de 0.12mg/l, et le maximum de la concentration est enregistré au Printemps avec une valeur de 2.67mg/l. En estimant une concentration très élevée auprès de la côte, durant toute l'année

Remarque : -Concentration élevée auprès de la côte.

-Variation notée d'une zone à une autre.

1.2.1. Discussion sur la température et la chlorophylle de notre zone d'étude des 3 années (2011,2012 et 2013) :

Il faut remarquer que la thermocline au niveau de la côte de Boumerdès est une thermocline saisonnière.

- Aux mois de janvier et février elle devient faible et favorise la remontée des eaux du fond à la surface par conséquent ces eaux deviennent riche en nutriments ils sont disponible mais l'énergie solaire est presque absente.
- A partir du mois d'avril les jours deviennent longs et l'activité de la masse nuageuse diminue ce qui favorise l'action de la photosynthèse dans cette région, cela explique pic chlorophyllien en avril et mai.
- Au mois de juillet la thermocline est importante ce qui défavorise la remontée d'eau et par conséquent nous aurons un épuisement de nutriments sans renouvellement.
- L'insolation est en abondance par contre les réserves en nutriments sont au plus bas niveau ce qui explique la faiblesse des Chl en ces mois sur toute la côte de Boumerdès.
- A partir du mois septembre la mer se refroidi, la thermocline se rétrécit ce que favorise de nouveau la remontée des eaux du fond et par conséquent la densité des nutriments à la surface est importante. Au mois d'octobre l'insolation est importante, les nutriments sont disponibles aussi l'apport des oueds est remarquable ce qui explique le pic de Chl en ce mois presque sur toute la côte de Boumerdès.

1.3. La salinité(SSS) :

Les résultats de satellite SMOS de l'année 2013 traité par logiciel McIDAS-V

Tabl n°5 : Les valeurs de la Salinité des eaux de mer des eaux des côtes de la Wilaya de Boumerdès (les quatre zones d'étude Boumerdès, Zemmouri, Bomberak et Dellys) de l'année 2013 :

Site	Point	Jan	Fiv	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nou	Dec
Boumerdès	Lng :												
	3.47	33.03	33.48	33.47	33.35	34.29	34.31	36.73	36.15	35.17	34.25	33.14	32.83
	Lat :												
	36.85												
Zemmouri (Elbahri)	Lng :												
	3.56	32.73	33.38	33.59	34.04	34.32	34.46	35.61	36.59	36.13	34.23	33.27	33.07
	Lat :												
	36.86												

Boumbrek	Lng :												
	3.84	32.09	33.12	33.52	34.01	34.26	34.33	35.54	35.66	35.78	34.72	33.19	32.89
	Lat :												
	36.99												
Dellys	Lng :												
	3.88	32.03	33.17	33.41	33.96	34.18	34.32	35.47	35.61	35.65	34.76	33.03	32.83
	Lat :												
	36.99												

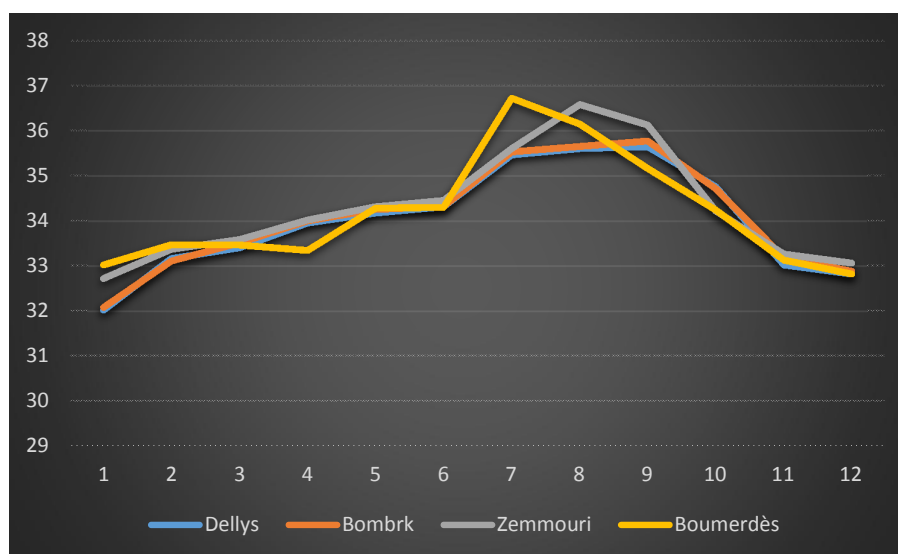


Fig n°37 : Profil représentant la salinité dans 4 zones de la Wilaya de Boumerdès durant l'année 2013.

- **Interprétation de graphe :** Ce profil représente la moyenne de la salinité dans 4 zones (Boumerdès, Zemmouri, Bomberak, dellys) pendant l'année 2013. La valeur maximale existe dans la zone de Boumerdès en Été avec une valeur de 36.73psu, et la valeur minimale est à Dellys en Hiver est de 32.03psu. On constate une similarité entre le profil de de Dellys et Bomberak.

1.4. La matière en suspension (MES) :

Les observations satellites constituent actuellement un moyen permettant d'estimer les variations de la production primaire (ANTOINE *et al*, 1996). Ces estimations reposent sur des mesures de « la couleur de l'océan » qui permettent de déterminer les teneurs superficielles en matière en suspension. (CHEHRI et KOUICI, 2013).

○ Estimation de MES

L'estimation par satellite de ces périmètres de la couleur de l'eau s'appuie sur des mesures optiques à la surface de l'océan. Les capteurs orbitaux mesurent le signal solaire réfléchi à la surface de la mer.

Ces signaux sont différents selon qu'il s'agit d'eau pure ou d'eau chargée de matière en suspension contenant du phytoplancton chlorophyllien. (CHEHRI et KOUICI, 2013)

Les données suivantes ont été extraites à partir des travaux de (CHEHRI et KOUICI, 2013), représentant les différents teneurs en MES dans six (06) stations :

- Les stations D1, D2 et D3 de la région ouest de Boumerdès (Dellys).
- Les stations D4, D5 et D6 de la région Est de Zemmouri.

Tabl n°6 : Teneurs en MES dans six (06) stations de Boumerdès (CHEHRI et KOUICI, 2013) :

	Station	Latitude	Longitude	MES mg /l
Boumerdès	D1	36,935594	3,88301	48.131
	D2	37,007549	3,891255	47.797
	D3	37,107489	3,900827	47.637
	D4	36,687777	3,667081	48.888
	D5	36,939742	3,660823	46.930
	D6	37,047684	3,661105	47.483

● **Interprétation de tableau :** Ce tableau représente les valeurs de MES au niveau de 06 stations d'une radiale de 7Km vers le large (de la côte vers le large) de la zone Zemmouri et Dellys. On constate que la concentration minimale est présente à la station D5 est de 46.93mg/l et le maximum de la concentration est enregistré à la station D4 avec une valeur de 48.888mg/l.

En estimant une simulation de concentration et elle est un peu élevée auprès de la côte par rapport au large.

Les stations D1, D2 et D3 de la région ouest de Boumerdès (dellys) et Les stations D4, D5 et D6 de la région Est de Zemmouri porte des concentrations importantes à cause de deux Oueds importants, Oued Sebaou à l'Ouest de Dellys et Oued Isser à l'Est de Zemmouri.

Ces teneurs sont influencées par l'état de la mer (calme, agitée...), les courants, l'oxygène dissous et la sédimentation qui est soumise à l'effet de l'agitation.

La remarque sur les MES de tout littoral algérien :

Les résultats obtenus montrent que la teneur moyenne en MES sur la côte Algérienne est variable selon les régions, à proximité de la côte les teneurs sont légèrement élevée à titre d'exemple la Wilaya de Skikda avec une teneur maximale de 58,74mg/l et minimale avec 47,10mg/l cela est dû principalement aux apports d'Ouest El kebir au niveau de la côte et du même la baie d'Alger. D'après ces résultats nous avons remarqués que la concentration de la matière en suspensions augmente au fur à mesure que l'on s'approche de côte et atteint un maximum aux prés des embouchures des Oueds. Cette augmentation pourrait être la cause de cette distribution et perturbation du milieu. (CHEHRI et KOUICI, 2013)

1.4.1. Les Principaux Oueds et Sens d'écoulement :

Tabl n°7 : Les Oueds de Boumerdès, Sens d'écoulement et Bassin versant ou source :

(Source : Direction des Ressources en Eau)

Principaux Oueds	Communes traversées	Bassin versant ou source	Sens d'écoulement
Oued Sebaou	Baghlia, Ben Choud Sidi Daoud, Dellys	Bassin de Sebaou	Vers la mer Sud-ouest/ Nord-est
Oued Isser	Beni Amrane, Ammal, Souk El Had, Isser, Bordj Menaiel, Djinet, Legata	Bassin d'Isser	Vers la mer Sud-ouest – Nord-est

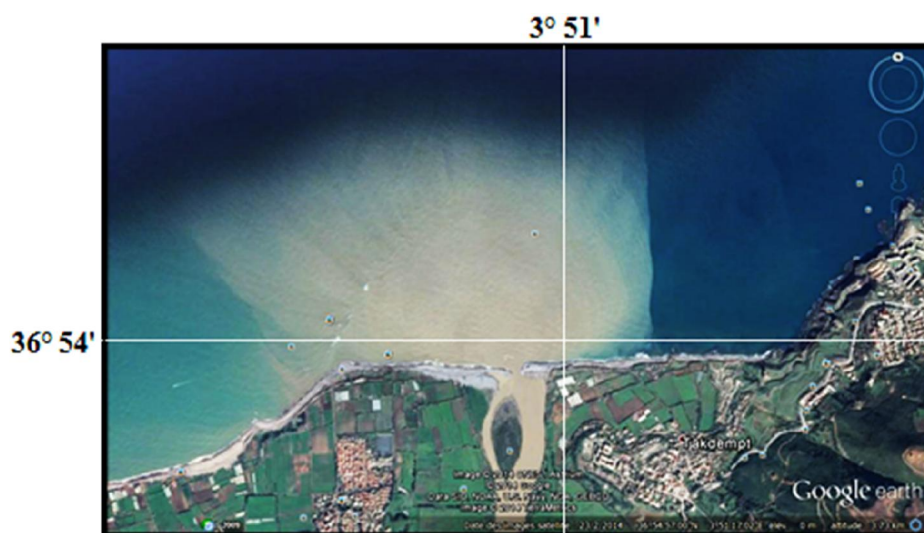


Fig n°38 : Image de l'Oued Sebaou prise au mois de Février 2014. (Google Earth).

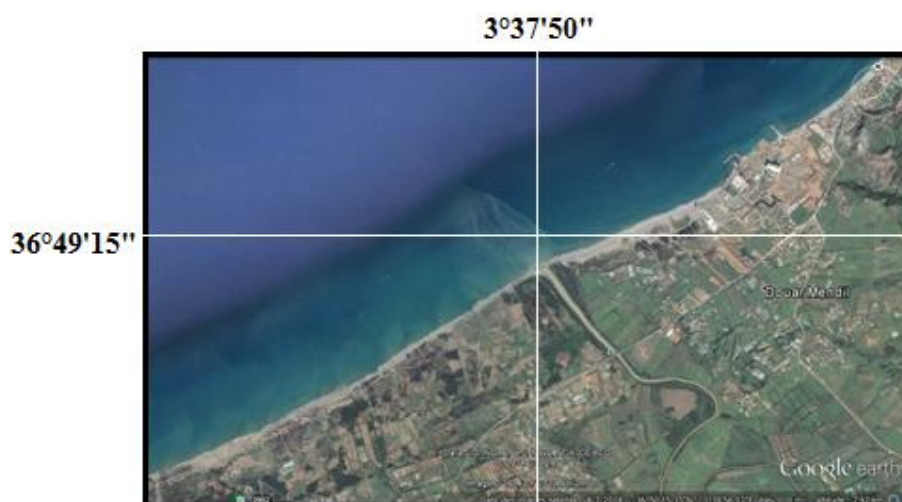


Fig n°39 : Image de l'Oued Isser prise au mois de février 2014. (Google Earth).

1.5. La bathymétrie :

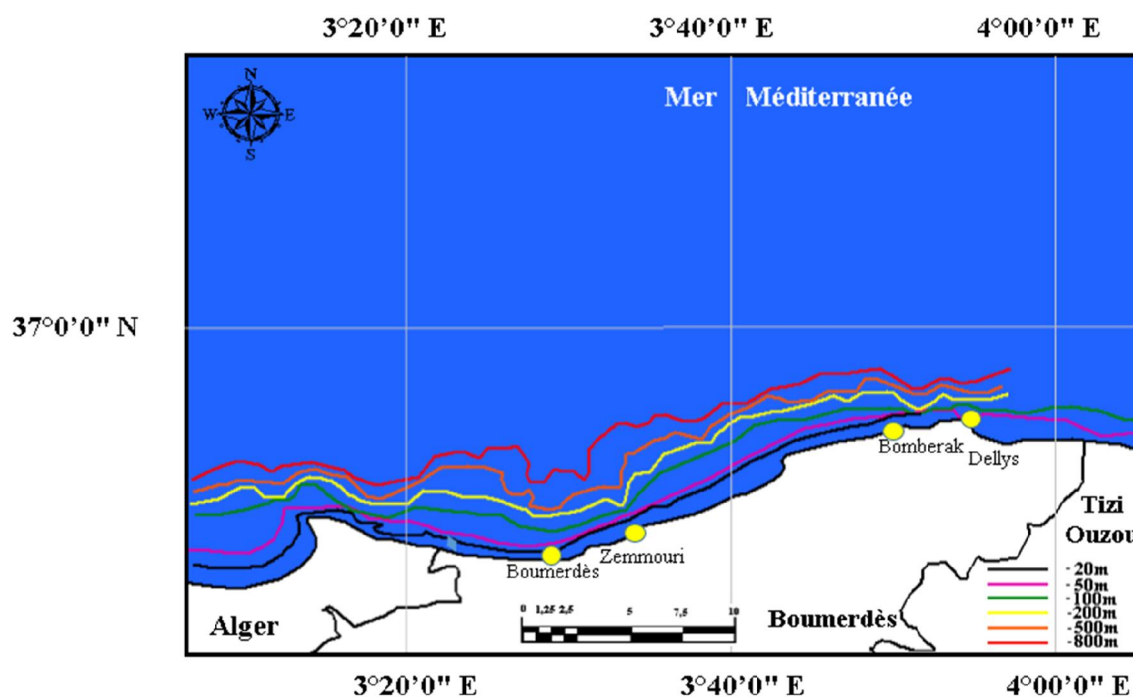


Fig n°40 : Carte Bathymétrique de la Wilaya de Boumerdès (LEM, 2013).

- ✓ Boumerdès : à la côte les isobathes sont serrées donc il s'agira bien d'une pente raide et plus qu'on s'éloigne vers le large, plus ils ont tendance à devenir espacés d'ou une pente douce.
- ✓ Zemmouri : à la côte les isobathes sont serrées donc il s'agira bien d'une pente raide et plus qu'on s'éloigne vers le large, plus ils ont tendance à devenir espacés d'ou une pente douce.
- ✓ Bomberak : Les isobathes sont serrées donc il s'agira bien d'une pente raide.
- ✓ Dellys : Les isobathes sont serrées donc il s'agira bien d'une pente raide.

2. Les résultats de la sortie de Zemmouri (le 25/09/2014) :

Tabl n°8 : Les résultats des paramètres de la sorties de Zemmouri :

Les paramètres	surface	Profondeur de 10m
T °C	26.37	25
S ‰	36.87	36.76
O ₂ Dissous	59.1% 4.88mg/l	64.5% 5mg/l
Ph	7.16	7.01
Turbidité	0.20	2.02

2.1. Comparaisant entre les résultats des images satellitaires et de terrain :

Les cordonnés géographiques de notre station latitude 36°48'10"N et longitude 3°32'11"E à la radiale de la région de Sghirat de Zemmouri.

Nous avons constaté au mois de septembre une similarité entre les valeurs de température (SST) marqué dans le capteur MODIS durant les trois années (2011,2012 et 2013) c'est entre 23,7 5°C et 25,88 °C et la température que nous avons mesuré au niveau de la zone d'étude qui est de 25 °C à la profondeur de 20m et 26.37 °C en surface.

Nous avons constaté au mois de septembre une similarité entre les valeurs de salinité (SSS) marqué dans le satellite SMOS l'année 2013 c'est 36, 13 ‰ et la salinité que nous avons mesuré au niveau de la zone d'étude évalué a 36,76 ‰ à une profondeur de 20m et de 36,87‰ en surface.

3. Les critères de sélection des zones aquacole :

- **Accès au site** : les quatre sites d'étude sont situés dans (Boumerdès, Zemmouri, Bomberak et Dellys) ils ont deux accès facile en mer (près des ports) et terre (ANDI, 2013)
- **Exposition** : les quatre sites d'étude (Boumerdès, Zemmouri, Bomberak et Dellys) se sont des villes littorales. Ce sont des zones abritées moins exposées au vent. (ANDI, 2013)
- **Profondeur** :
 - Boumerdès : à la côte les isobathes sont serrés donc il s'agira bien d'une pente raide et plus qu'on s'éloigne vers le large, plus ils ont tendance à devenir espacés d'où une pente douce.
 - Zemmouri : à la côte les isobathes sont serrés donc il s'agira bien d'une pente raide et plus qu'on s'éloigne vers le large, plus ils ont tendance à devenir espacés d'où une pente douce.
 - Bomberak : Les isobathes sont serrées donc il s'agira bien d'une pente raide.
 - Dellys : Les isobathes sont serrées donc il s'agira bien d'une pente raide.

- **Courant** : courants généraux il longe la côte Algérienne d'Ouest en Est, résulte d'un écoulement des eaux de l'atlantique à travers le détroit de Gibraltar avec une vitesse entre 0.5 à 2.5 nœud. (SSMO).

Les vents de secteur Ouest et Nord-Ouest d'hiver et les houles induites Nord-Ouest provoquent une dérive littorale Ouest-Est avec une érosion intense de la plage Ouest de Boumerdès (MEZOUAR.K, 2009).

- **Vent** : Le vent est caractérisé par sa vitesse et sa direction. Si le site est largement ouvert, les vents peuvent être plus ou moins dérangeants pour l'élevage.

Les résultats de cette étude mettent en évidence une prédominance des vents provenant des directions Est-Nord-Est et Ouest-Sud-Ouest, avec des vitesses maximales qui atteignent 20m/s pour les directions comprises entre 240° et 270°N. Aussi pour les directions comprises entre 45° et 90°N on observe des vitesses de vent qui atteignent 16 m/s. (LEM, 1999-2004).

- **Vague** : Les houles d'Ouest, d'Est et de Nord-est sont les plus fréquemment observées. Les fréquences d'observations sur l'année des houles d'Est et d'Ouest sont sensiblement identiques avec une légère prédominance du secteur Est.

Les houles de tempête proviennent essentiellement du secteur Ouest. Les fréquences d'apparition sont plus faibles pour le secteur Nord et Nord-Ouest. Le secteur Nord a une répartition assez régulière durant l'année. (SSMO, 1970)

- **Substrat** : Le littoral de Boumerdes est caractérisé par la présence de plusieurs dunes actuelles mais aussi par des alluvions récentes sous forme de sable argileux au niveau de chacune des trois embouchures des oueds (qui sont actuellement urbanisés) dans notre région d'étude. (ANDI 2013)

Le centre-ville de Boumerdès est constitué de sable rouge du Quaternaire sauf le long des Oueds où on peut observer de la marne Plaisancienne et des dépôts récents d'alluvions (OUACIF, 1995).

- **Topographie** : Le relief de la wilaya de Boumerdès se divise en plusieurs unités physiques : les plaines et les vallées au Nord, les collines et plateaux dans la partie intermédiaire et les montagnes au Sud. (ANDI 2013)

- **Les paramètres physicochimiques (S, T°, MES et Chl)** : tous ces paramètres sont mentionnés à la première partie.

3.1. Sélection des espèces par zone :

Tabl n°9 : Les espèces sélectionnés et éliminés dans les quatre zones d'études

Espèces	Zones d'étude	Accès au site	Exposition	Profondeur	Courant	Vent	Vagues	Topographie	Substrat	T°	Salinité	MES	Chl	Oxygène dissout	Éliminé ou Sélectionné
Loup	Boumerdès	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Zemmouri	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Bomberak	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Dellys	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
Daurade	Boumerdès	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Zemmouri	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Bomberak	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Dellys	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
Mulet	Boumerdès	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Zemmouri	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Bomberak	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Dellys	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
Turbot	Boumerdès	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Zemmouri	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Bomberak	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Dellys	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
Les salmonidés	Boumerdès	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	E
	Zemmouri	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	E
	Bomberak	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	E
	Dellys	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	E
moule	Boumerdès	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Zemmouri	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Bomberak	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Dellys	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
Les huitres plates	Boumerdès	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	E
	Zemmouri	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	E
	Bomberak	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	E
	Dellys	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	E
Les Huitres creuses	Boumerdès	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	E
	Zemmouri	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	E
	Bombrk	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	E
	Dellys	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	E
Crevette Vannamei	Boumerdès	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Zemmouri	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Bombrk	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Dellys	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
Crevette Japonicus	Boumerdès	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Zemmouri	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Bombrk	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S
	Dellys	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	S

Chapitre III : Résultats et Discussions

- (S) : sélectionné.
 - (E) : éliminé.
 - (+) : critère de sélection est favorable.
 - (-) : critère de sélection est défavorable.
-
- Les salmonidés sont des espèces exigeantes en oxygène et de basses températures dans les quatre stations, la température dépasse les seuils létaux de cette espèce qui est de 24 à 26 °C.

Ces espèces ont été éliminés malgré la courte période où la température dépasse les 26°C.

Les huitres sont aussi éliminées à cause de facteur de température qui dépasse le seuil létale qui est > à 25°C.

CONCLUSION

La sélection des sites favorables pour le développement de l'aquaculture est l'un des facteurs limitant. La réalisation des sorties sur tout le littoral Algérien, l'échantillonnage et l'analyse sont des tâches pénibles et très coûteuse.

Les critères fournis par les images satellitaires peuvent contribuer facilement à la sélection des zones et sites favorables pour l'aquaculture.

Le travail réalisé au niveau des zones d'études en se basant sur les informations fournies par les images satellitaires et des données recueillies sur le terrain, nous ont permis de sélectionner des sites et les espèces suivantes (*Daurade, Loup, Mulet, Turbot, Moule, Crevette vietnamite et Crevette Japonique*).

Nous souhaitons que ce travail sera être repris en intégrant d'autres critères de sélection et couvrira toute une région voire tout le littoral Algérien.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Bibliographie :

- **ALLIOT L, et al. (1981).** Influence de la température et de la salinité sur la croissance et la composition corporelle d'alevins de *dicentrarchus labrax*. Vol 26. 136p.
- **ANDI. (2013).** Agence Nationale de Développement de l'Investissement.
- **ANTOINE, D. (1998).** Apports de la télédétection spatiale de la « couleur de l'océan » à l'océanographie. Laboratoire de physique et chimie marines (LPCM). Université Pierre et Marie Curie, Paris. *Océanis*, vol. 24. pp.1-150.
- **BACHARI HOUMA, F. (2014)** conférence sur la télédétection ENSSMAL.
- **BONN, F. (1995).** Précis de télédétection. Québec : Presses de l'Université AUPELF. Vol 2. 11p.
- **CHEHRI. et al. (2013).** Apport des images satellites MODIS pour le suivi du fonctionnement milieu marin du la côte Algérienne. USTHB. 43p.
- **CITTA. (1988).** Commission interministérielle de terminologie de la télédétection aérospatiale.
- **DPRH. (2012).** Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques.
- **DPSB. (2012).** Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires, Annuaire Statistique de la wilaya de Boumerdès.
- **DRE. (2012).** Direction des Ressources en Eau de boumerdès.
- **CNICXO. (1983).** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. centre national pour l'exploitation des océans. Paris. Vol 18. 179 p.
- **LEM. (1999-2004 et 2013).** Laboratoire Etude Marine.
- **MEZOUAR, K. (2009).** Etude comparative entre les méthodes de protection des deux littoraux Algérien et Roumain. Thèse de doctorat, Université Technique de Construction de Bucarest. 67p.

Bibliographie :

- **OUACIF, D. (1995).** Evolution et prospective de la falaise de Boumerdes. Mémoire d'ingénieur. ENNSMAL. 49p.
- **RGPH. (2008).** Recensement Générale Population Habita.
- **SSMO. (1970).** Summary of Synoptic Meteorological Observations. U.S Naval Weather Service Command. Mediterranean marine, Vol 2. 632 p.
- http://modis.gsfc.nasa.gov/gallery/individual.php?db_date=2014-11-16
- <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/regions.cgi>
- http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers/SMOS/Satellite2
- <http://www.exelisvis.com/Default.aspx?tabid=1540&id=1193>
- <http://wwz.ifremer.fr/L-institut/Agenda-des-evenements/Evenements-passes/L-Ifremer-et-la-Fete-de-la-science-2014-des-evenements-partout-en-France>
- Centre Canadien de Télédétection
<http://www2.nrcan.gc.ca/sr/index-eng.cfm?text=marin>

Annexe

Tab n° 10 : Les valeurs de la Chlorophylle saisonnière de l'année 2011 de la Wilaya de Boumerdès :

zone	point		Chl/saisonnière mg/l			
	Lng :	Lat :	hiver	printemps	été	automne
Boumerdès	3,47	36,79	1,90066667	1,543	0,49033333	0,441
		36,82	1,424	1,247	0,334	0,25666667
		36,85	1,30233333	1,37766667	0,224	0,197
Zemmouri	3,56	36,8	2,72433333	2,33433333	0,29	0,44766667
		36,83	1,241	1,862	0,172	0,22566667
		36,86	1,08	1,64466667	0,144	0,235
Bomberak	3,84	36,93	1,60833333	1,95366667	0,17633333	0,17466667
		36,96	0,99666667	1,25033333	0,19966667	0,14766667
		36,99	0,508	0,59033333	0,178	0,155
Dellys	3,88	36,93	2,23166667	2,131	0,23833333	0,181
		36,96	1,692	1,683	0,16966667	0,16166667
		36,99	0,617	1,26666667	0,14933333	0,17933333

Tab n° 11 : Les valeurs de la Chlorophylle saisonnière de l'année 2012 de la Wilaya de Boumerdès :

zone	point		Chl/saisonnière mg/l			
	Lng :	Lat :	hiver	printemps	été	automne
Boumerdès	3,47	36,79	1,65766667	0,66266667	0,27266667	0,51466667
		36,82	1,195	0,41233333	0,158	0,35533333
		36,85	1,013	0,34966667	0,17166667	0,32066667
Zemmouri	3,56	36,8	2,468	0,76933333	0,52433333	0,47733333
		36,83	2,159	0,41766667	0,23566667	0,274
		36,86	2,09166667	0,27933333	0,15333333	0,30966667
Bomberak	3,84	36,93	2,10666667	0,763	0,27766667	0,58
		36,96	1,572	0,334	0,134	0,42933333
		36,99	1,266	0,28266667	0,14466667	0,34433333
Dellys	3,88	36,93	1,69566667	1,02833333	0,305	0,582
		36,96	0,937	0,77533333	0,13433333	0,37566667
		36,99	0,933	0,43533333	0,16233333	0,29566667

Tab n°12 : Les valeurs de la Chlorophylle saisonnière de l'année 2013 de la Wilaya de Boumerdès :

zone	point		Chl/saisonnière mg/l			
	Lng :	Lat :	hiver	printemps	été	automne
Boumerdès	3,47	36,79	1,761	2,44566667	0,33066667	0,311
		36,82	1,11433333	0,821	0,26266667	0,207
		36,85	0,642	0,642	0,195	0,16833333
Zemmouri	3,56	36,8	1,81533333	3,31866667	0,553	0,48566667
		36,83	0,56	1,096	0,346	0,22733333
		36,86	0,676	0,82866667	0,242	0,21133333
Bomberak	3,84	36,93	1,857	2,672	0,26166667	0,225
		36,96	1,01466667	0,83633333	0,17866667	0,14
		36,99	0,51133333	0,679	0,16133333	0,12366667
Dellys	3,88	36,93	0,92333333	1,28933333	0,35966667	0,22733333
		36,96	0,793	0,66433333	0,17133333	0,44933333
		36,99	0,80933333	0,40433333	0,15	0,14133333

Tabl n° 13 : La Chlorophylle Maximale et Minimale des quatre zones d'étude (Boumerdès) :

Site	Chlorophylle max	chlorophylle min	Année
Boumerdès	3.80	0.11	2011
Zemmouri	5.54	0.10	
Bomberak	4.58	0.012	
Dellys	4.89	0.094	
Boumerdès	3.18	0.068	2012
Zemmouri	4.95	0.05	
Bomberak	5.08	0.058	
Dellys	3.49	0.046	
Boumerdès	4.75	0.084	2013
Zemmouri	5.49	0.11	
bomberak	5.68	0.085	
Dellys	2.22	0.087	

Tab n°14 : Les valeurs de la Température saisonnière de l'année 2011 de la Wilaya de Boumerdès :

zone	point		T°/saisonnière C°			
	Lng :	Lat :	hiver	printemps	été	automne
Boumerdès	3,47	36,79	16,3433333	16,6466667	24,2433333	22,6633333
		36,82	16,48	16,3533333	23,75	22,2733333
		36,85	16,3833333	16,28	23,83	21,84
Zemmouri	3,56	36,8	16,3033333	16,2533333	23,9433333	22,34
		36,83	16,48	15,97	23,8	22
		36,86	16,4166667	16,07	23,7433333	21,9
Bomberak	3,84	36,93	16,4866667	16,08	24,0733333	22,2766667
		36,96	16,4533333	16,1966667	24,1366667	22,24
		36,99	16,4233333	16,38	23,7366667	22,0133333
Dellys	3,88	36,93	16,4533333	16,3566667	24,2433333	22,44
		36,96	16,4733333	16,4133333	24,02	22,2566667
		36,99	16,4666667	16,1933333	23,9466667	22,0666667

Tab n° 15 : Les valeurs de la Température saisonnière de l'année 2012 de la Wilaya de Boumerdès :

zone	point		T°/saisonnière C°			
	Lng :	Lat :	hiver	printemps	été	automne
Boumerdès	3,47	36,79	15,74	16,0833333	24,9733333	21,1933333
		36,82	15,82	15,96	24,3866667	21,1833333
		36,85	15,8333333	15,9166667	24,1833333	21,3966667
Zemmouri	3,56	36,8	15,7966667	16,12	24,6166667	22,1733333
		36,83	15,7833333	15,8733333	24,0266667	18,7166667
		36,86	15,7233333	16,0333333	23,9533333	21,76
Bomberak	3,84	36,93	15,6166667	16,28	24,0033333	22,3466667
		36,96	15,54	16,1066667	24,1733333	22,2866667
		36,99	15,67	16,1933333	24,14	22,2166667
Dellys	3,88	36,93	15,61	16,36	24,52	22,32
		36,96	15,5366667	16,2933333	24,1766667	22,2233333
		36,99	15,6633333	16,09	24,33	22,28

Tab n°16 : Les valeurs de la Température saisonnière de l'année 2013 de la Wilaya de Boumerdès :

zone	point		T°/saisonnière C°			
	Lng :	Lat :	hiver	printemps	été	automne
Boumerdès	3,47	36,79	16,0133333	15,63	23,2066667	24,2366667
		36,82	15,95	15,51	22,81	24,3366667
		36,85	15,9566667	15,3166667	23,0366667	24,3866667
Zemmouri	3,56	36,8	15,7766667	15,36	23,0766667	24,3666667
		36,83	15,7766667	15,31	23,0466667	24,2466667
		36,86	15,7166667	15,2666667	22,94	24,24
Bomberak	3,84	36,93	16,1266667	15,5166667	23,3766667	24,14
		36,96	15,97	15,41	23,35	24,0266667
		36,99	15,9466667	15,4733333	23,16	24,12
Dellys	3,88	36,93	16,05	15,46	23,3033333	24,1466667
		36,96	15,9633333	15,4	23,4066667	24,06
		36,99	15,8866667	15,32	23,23	23,94

Tabl n°17 : La Température Maximale et Minimale des quatre zones d'étude (Boumerdès)

	Température max	Température min	Année
Boumerdès	26.34	14.64	2011
Zemmouri	25.79	14.39	
Bomberak	26.72	14.39	
Dellys	26.95	14.82	
Boumerdès	27.41	14.60	2012
Zemmouri	26.81	14.39	
Bomberak	26.60	14.42	
Dellys	26.67	14.44	
Boumerdès	26.01	15.01	2013
Zemmouri	25.80	14.89	
Bomberak	26.15	14.64	
Dellys	26.27	14.85	

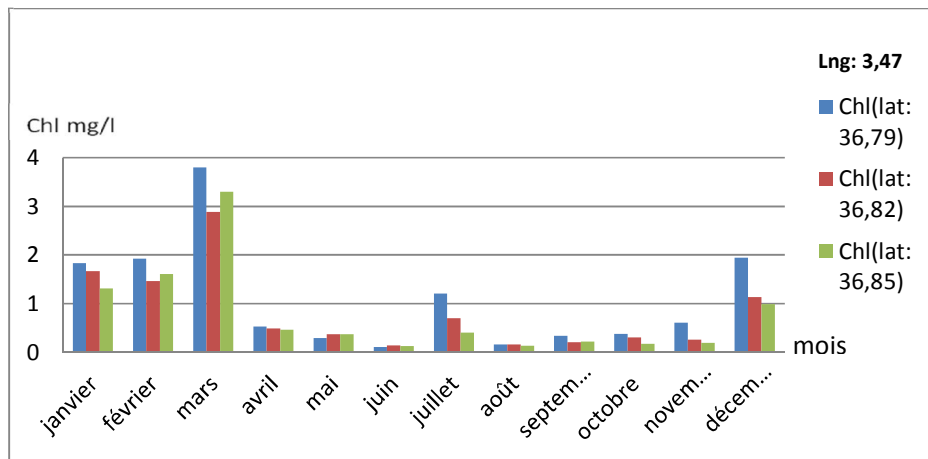


Fig n° 41 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2011) à Boumerdès

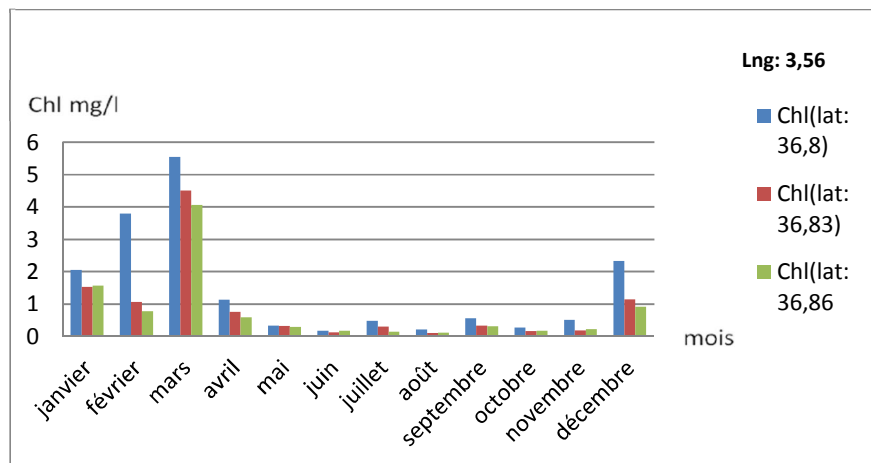


Fig n° 42 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2011) à Zemmori

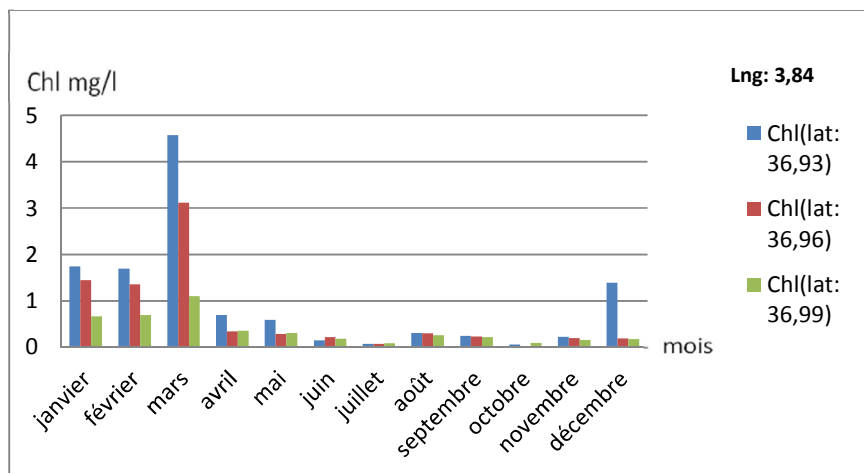


Fig n° 43 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2011) à Bomberak

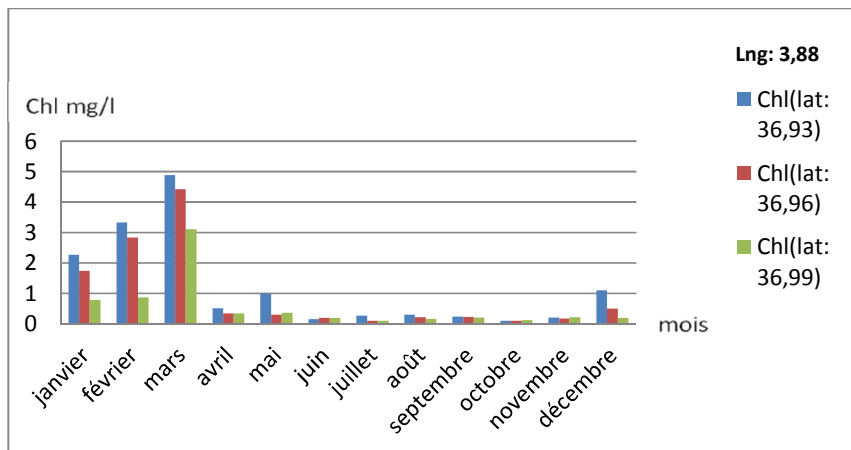


Fig n°44 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2011) à Dellys

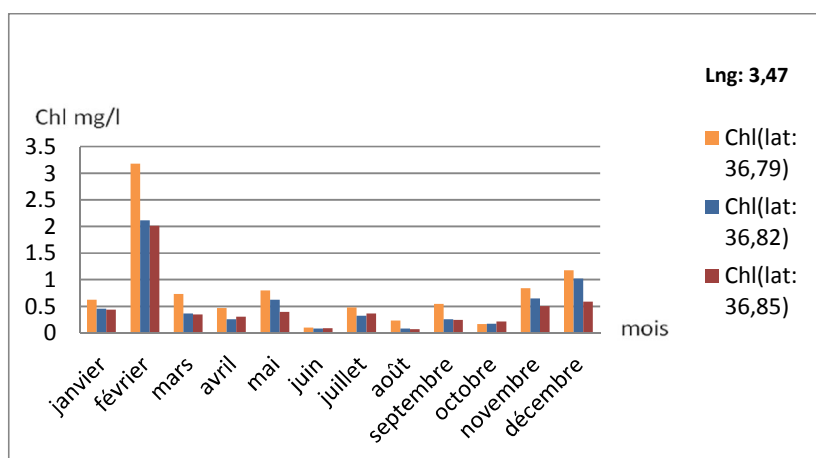


Fig n° 45 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2012) à Boumerdès

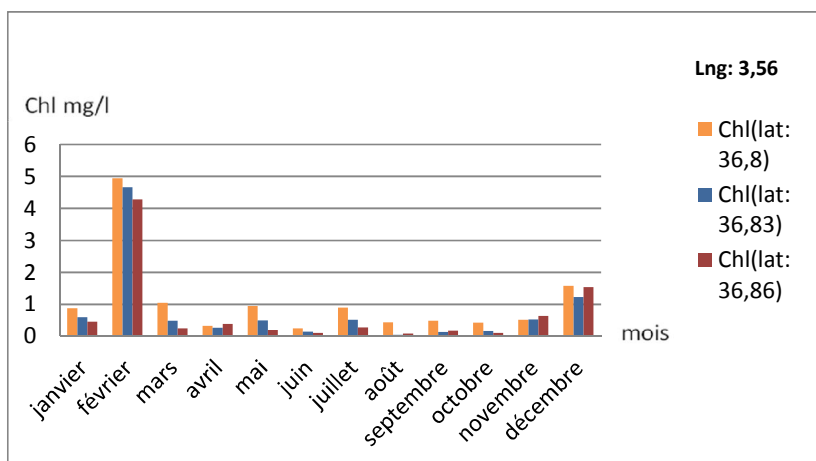


Fig n° 46 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2012) à Zemmouri

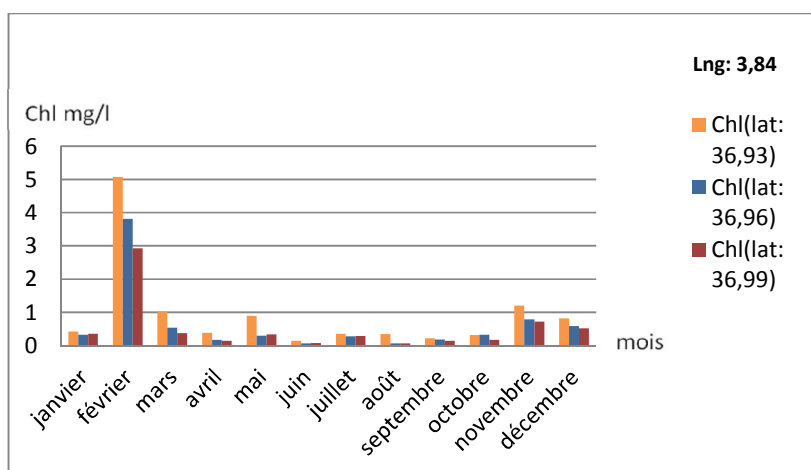


Fig n° 47 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2012) à Bomberak

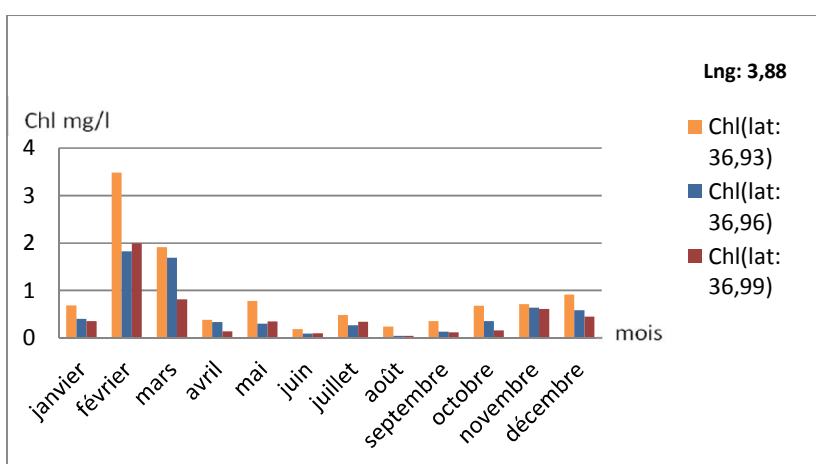


Fig n° 48 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2012) à Dellys

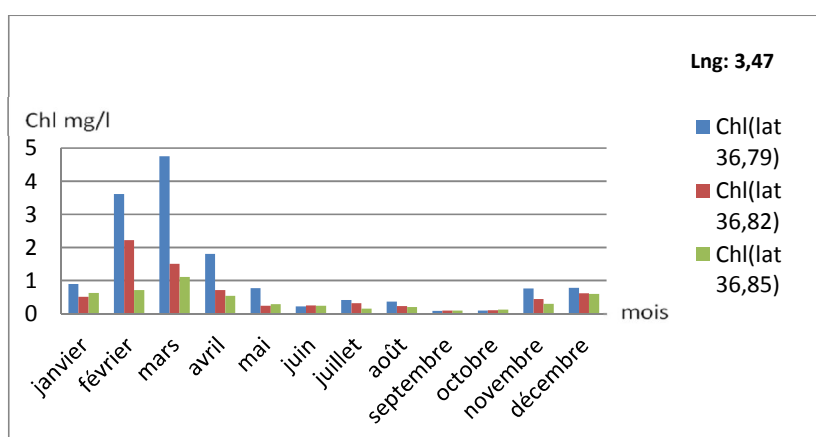


Fig n° 49 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2013) à Boumerdès

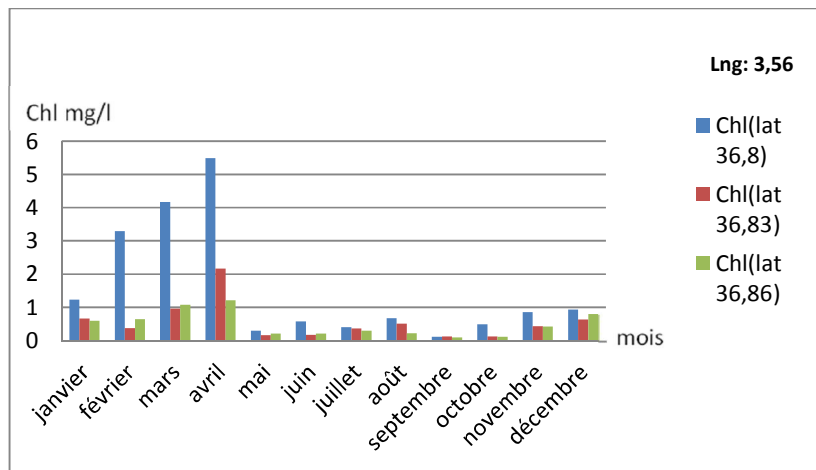


Fig n° 50 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2013) à Zemmouri

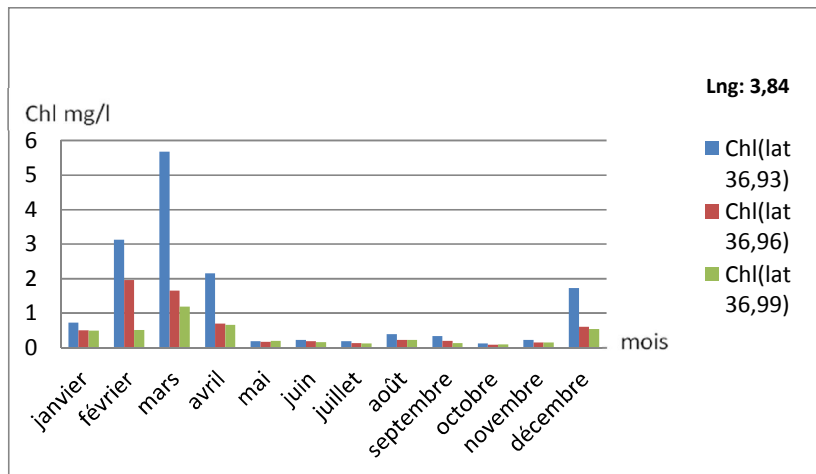


Fig n° 51 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2013) à Bomberak

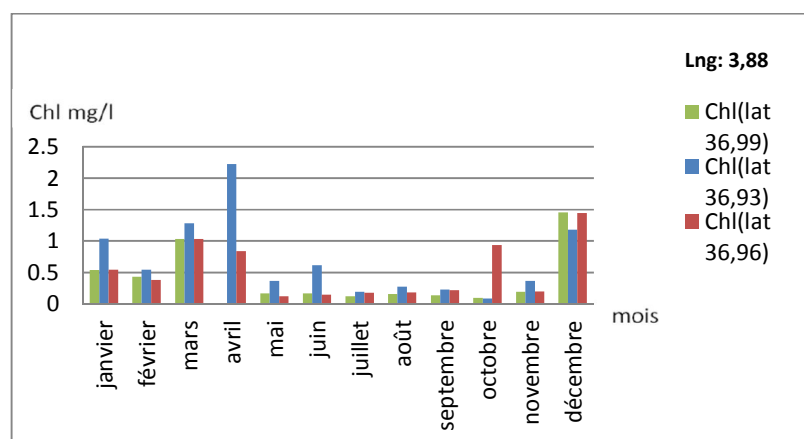


Fig n° 52 : Représentation d'un profil de La chlorophylle en fonction des mois (2013) à Dellys

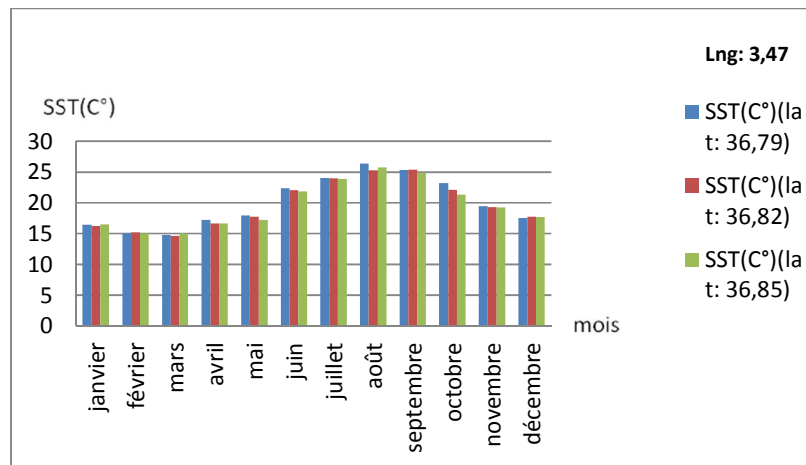


Fig n° 53 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2011) à Boumerdès

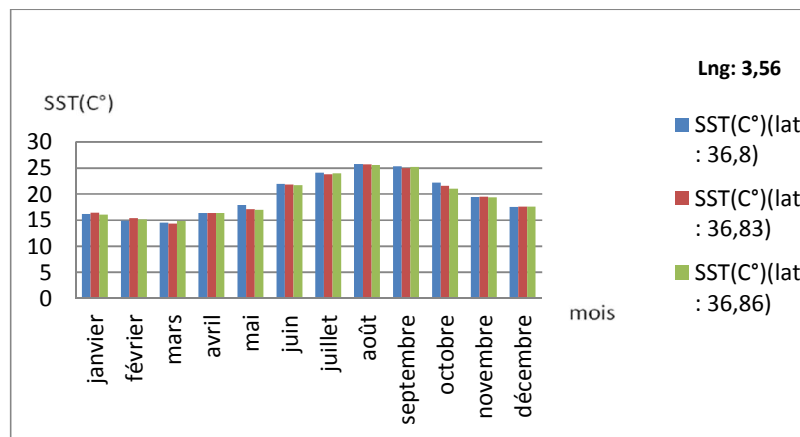


Fig n° 54 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2011) à Zemmouri

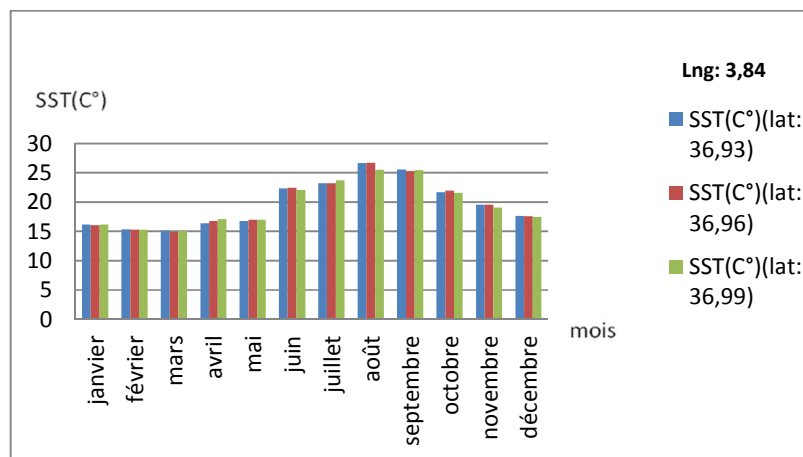


Fig n° 55 : Représentation d'un profil de températures de la Surface de la Mer en fonction des mois (2011) à Bomberak

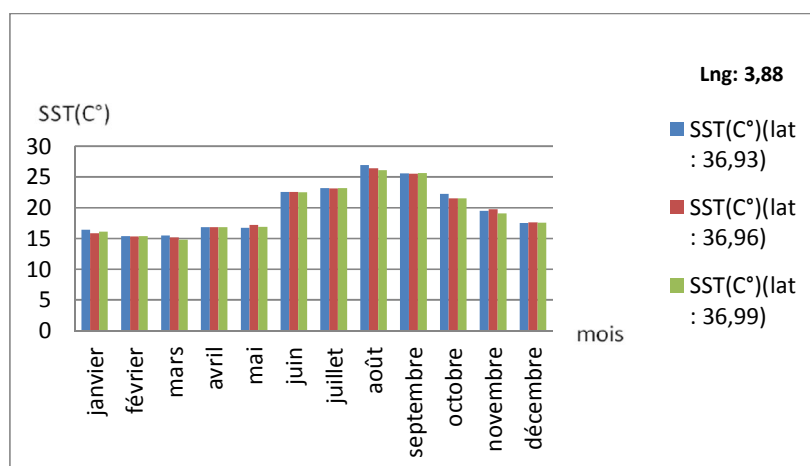


Fig n° 56 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2011) à Dellys

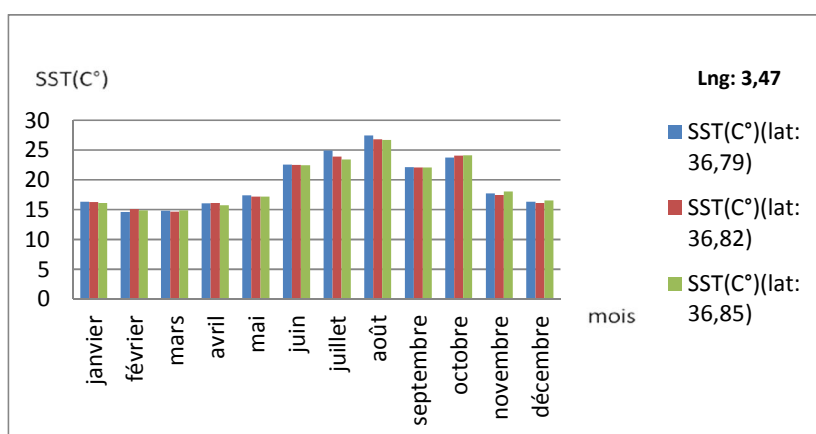


Fig n° 57 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2012) à Boumerdès

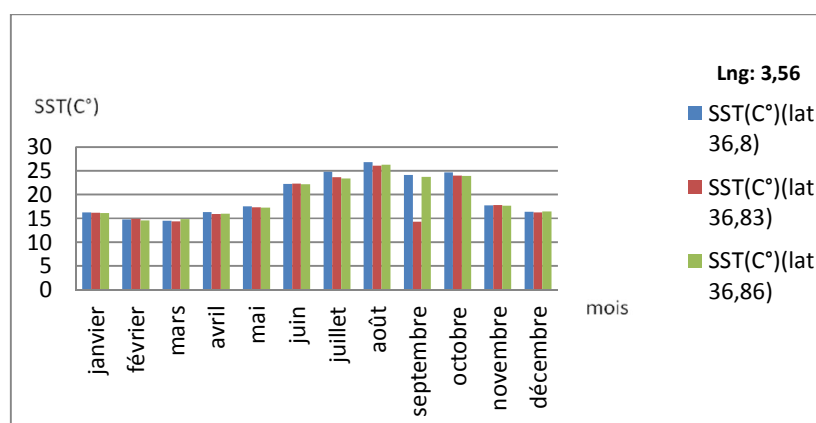


Fig n° 58 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2012) à Zemmouri

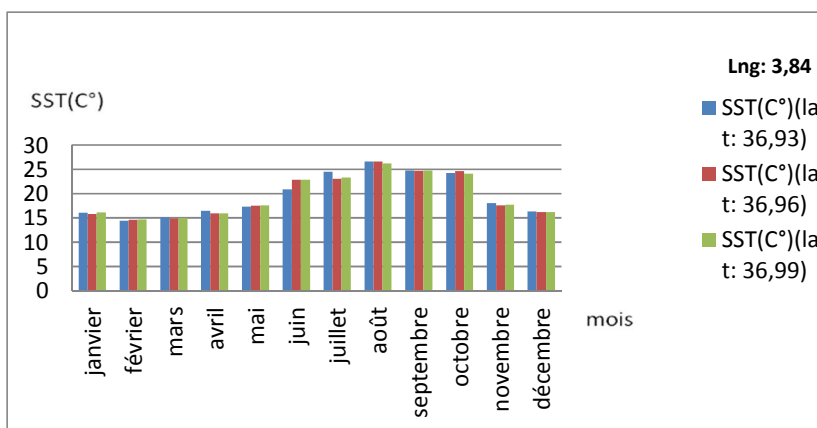


Fig n° 59 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2012) à Bomberak

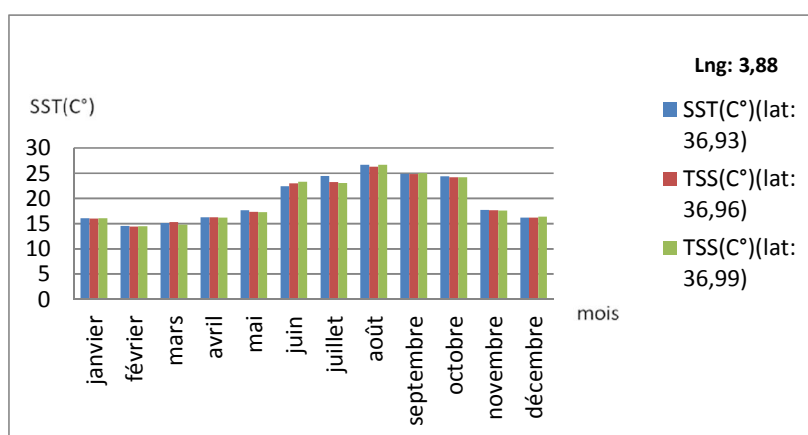


Fig n° 60 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2012) à Dellys

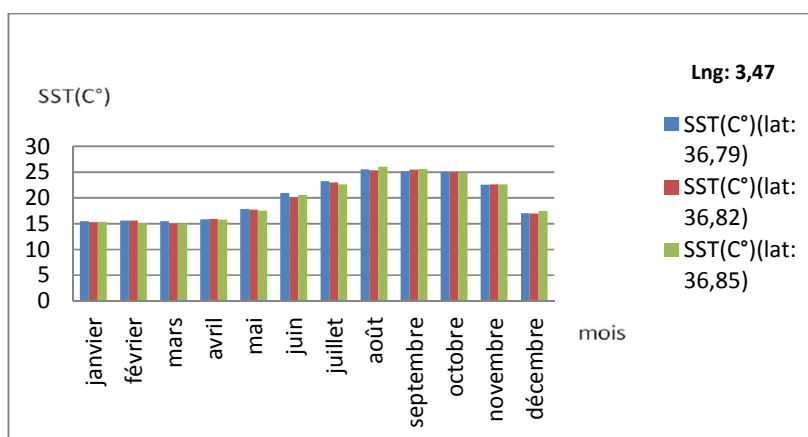


Fig n° 61 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2013) à Boumerdès

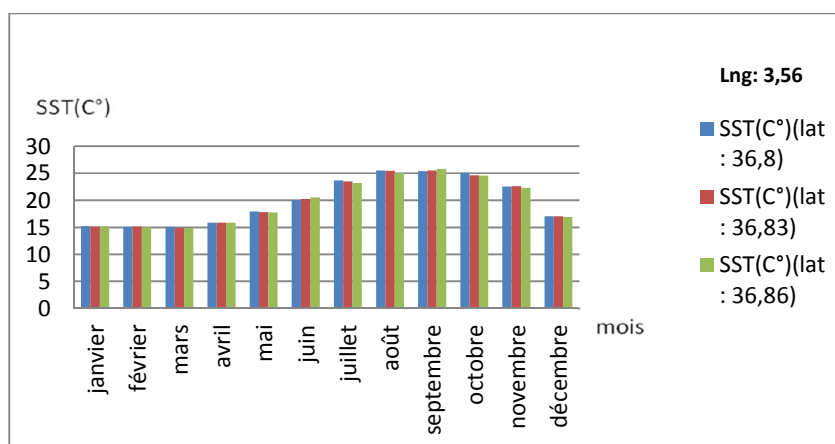


Fig n° 62 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2013) à Zemmouri

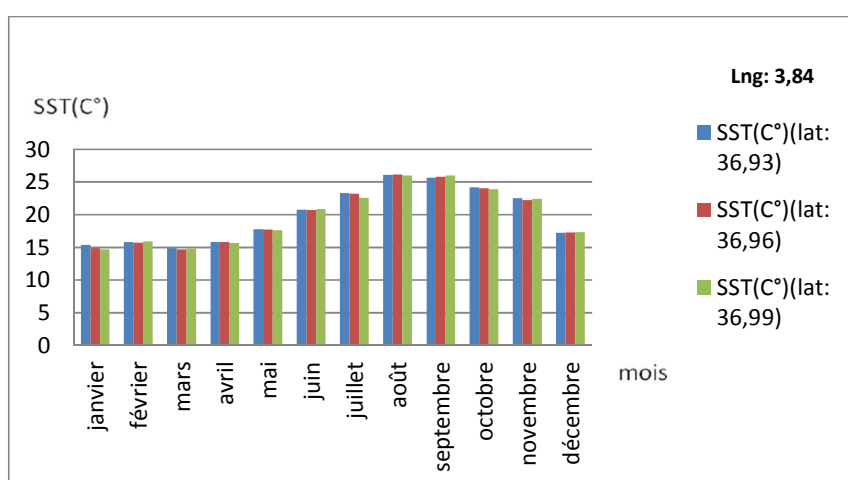


Fig n° 63 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2013) à Bomberak

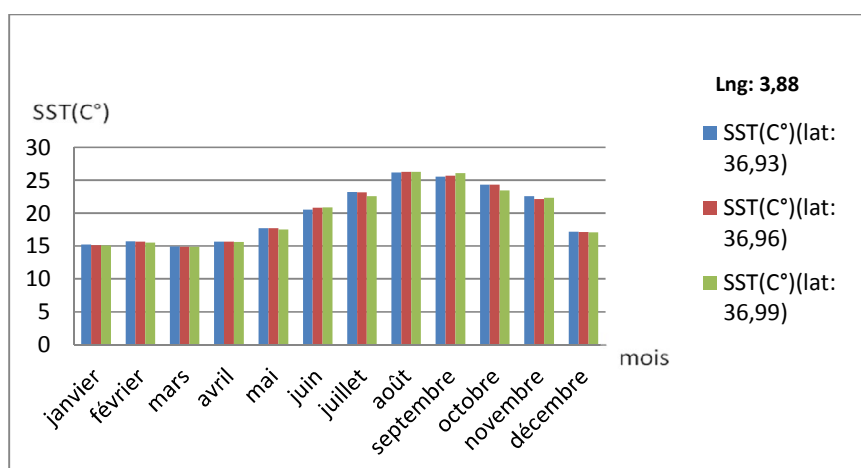


Fig n° 64 : Représentation d'un profil de température de la Surface de la Mer en fonction des mois (2013) à Dellys